This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0380 8719

LANE

MEDICAL

Heidel

HISTORY OF ME
AND NATURAL S

Dr. Johannes Leunis

Synopsis

der

drei Naturreiche.

Ein

Handbuch für höhere Lehranstalten

und für Alle,

welche sich wissenschaftlich mit Naturgeschichte beschäftigen und sich zugleich auf die zweckmäßigste Weise das Selbstbestimmen der Naturkörper erleichtern wollen.

Mit vorzüglicher Berücksichtigung

aller nützlichen und schädlichen Naturkörper Deutschlands, so wie der wichtigsten vorweltlichen Thiere und Pflanzen.

Zweiter Theil. Botanik.

Dritte,

gänzlich umgearbeitete, mit vielen hundert Holzschnitten vermehrte Auflage

von

Dr. A. B. Frank,

Professor an der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Hannover.

Hahn'sche Buchhandlung.

1883.

Dr. Johannes Leunis

Synopsis

der

Pflanzenkunde.

Ein

Handbuch für höhere Lehranstalten

und für Alle,

welche sich wissenschaftlich mit der Naturgeschichte der Pflanzen beschäftigen wollen.

Dritte,

gänzlich umgearbeitete, mit vielen hundert Holzschnitten vermehrte Auflage

von

Dr. A. B. Frank,

Professor an der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Erster Band. Allgemeiner Theil.

Mit 665 Figuren (662 Holzschnitte und 3 lithogr. Tafeln).

Hannover.

Hahn'sche Buchhandlung.

1883.

455

60280

Hofbuchdruckerei der Gebr. Jänecke in Hannover.

15
83
2 pt. 1

Vorrede.

Hiermit übergebe ich den ersten Band der Botanik der Leunis-schen Synopsis in dritter Auflage der Oeffentlichkeit. Der Umfang, den das Werk in der zweiten Auflage erreicht hatte, gebot dasselbe von jetzt an zur Erleichterung des Gebrauches in einzelne Bände zu theilen, deren jeder mit eigenem Register und Inhaltsverzeichniß ausgestattet und dadurch für sich brauchbar ist. Der hier erscheinende erste Band enthält die gesammte allgemeine Botanik und umfaßt etwa die Hälfte des Werkes. Der specielle Theil, und zwar zunächst die Phanerogamen nebst dem dazu gehörigen Schlüssel zum Bestimmen, wird sich im Druck unmittelbar anschließen. Der reichliche Stoff des ersten Theiles hat den relativ großen Umfang des vorliegenden Bandes bedingt; zumal ist auf die Morphologie der Phanerogamen und besonders der Kryptogamen ein großer Theil desselben entfallen; dafür wird der specielle Theil von jetzt an auf diese Dinge nicht näher eingehen, sondern in dieser Beziehung auf die betreffenden Paragraphen des ersten Bandes verweisen.

Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß die allgemeine Botanik gegen den allgemeinen Theil der vorigen Auflage diesmal so gut wie vollständig neu bearbeitet und dadurch auf den gegenwärtigen Stand unserer Wissenschaft gebracht worden ist. Eine besondere Neuerung habe ich dadurch eingeführt, daß hinter den einzelnen Abschnitten ein Verzeichniß der auf dieselben bezüglichen wichtigsten allgemeinen Literatur gegeben ist, was mir zur Vervollständigung des Buches wünschenswerth schien. Bei der Verschiedenartigkeit der Gebiete, welche in der allgemeinen Botanik vereinigt sind, habe ich es mit Dank

anzuerkennen, daß zwei der ersten Specialisten durch die Bearbeitung ihrer Fächer sich an diesem Bande der Synopsis betheiligt haben, Herr Professor Dr. Aschersón in Berlin mit der Pflanzengeographie, Herr Dr. Geyler in Frankfurt a. M. mit der Paläontologie. Aber die Verbesserung und Vervollständigung des Inhaltes hat nicht den allgemeinen Charakter und die äußere Form und Gliederung der Synopsis, durch die sie sich schon früher ihre Freunde erworben hat, verändert; und wie dies der vorliegende erste Band nicht verkennen lassen dürfte, so wird es in noch getreuerer Weise der, wie ich hoffe, nun bald nachfolgende specielle Theil thun.

Berlin, im Juni 1883.

Frank.

Erklärung

der

in diesem Bande vorkommenden Zeichen und Abkürzungen.

Die hinter den lateinischen Pflanzennamen stehenden abgekürzten Eigennamen bezeichnen die Autoritäten (§. 278.) und finden sich in dem später nachfolgenden Verzeichnisse der Schriftsteller ohne Abkürzung.

var. ..... = variĕtas, Varietät oder Spielart (§. 276.).
(S. oder p.) = Seite oder Pagina.
♂ (das Zeichen für Mars und Eisen) = männliche Blüte.
♀ (d. Z. f. Venus und Kupfer ..... = weibliche Blüte.
☿ (d. Z. f. Mercur und Quecksilber). = Zwitterblüte.
☉ (d. Z. f. Sonne und Gold)..... = einjährige oder Sommerpflanze.
⊙ ..... = zweijährige Pflanze.
♃ (d. Z. f. Jupiter und Zinn)..... = ausdauernde od. perennirende Pflanze.
♄ (d. Z. f. Saturn und Blei)..... = Gesträuch.
♄ = Baum.
† = wenig giftig oder schädlich oder als giftig oder schädlich verdächtig.
‡ = giftig.
‡ = sehr giftig.
☠ = nur als fossil oder versteinert bekannt.
* = zur Flora Deutschlands gehörig.

Druckfehler.

Seite 324, 1. Zeile von unten und Fig. 425. statt *Lepidĭum* lies: **Lepigŏnum.**

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Einleitung ... 1
Eintheilung der Botanik ... 4
Geschichte der Botanik ... 5
Botanische Hülfsmittel ... 9

I. Theil.

Allgemeine Botanik.

I. Abschnitt.

Von der Bezeichnung der allgemeinen Merkmale der Pflanzen ... 17

A. Von den Formen oder Gestalten der Pflanzen im allgemeinen ... 17
B. Von der Bezeichnung der Oberflächenbildung der Pflanzentheile ... 40
C. Von der Härte und Konsistenz der Pflanzentheile ... 41
D. Von der Farbe der Pflanzentheile ... 43
E. Von der Dauer der Pflanzentheile ... 46

II. Abschnitt.

Von den Elementarorganen der Pflanze; Lehre von der Pflanzenzelle 46

A. Begriff und Theile der Pflanzenzelle ... 46
B. Die Zellmembran ... 48
I. Flächenwachsthum der Zellhaut ... 48
II. Dickenwachsthum der Zellhaut ... 49
III. Schichtung und Streifung der Zellmembran ... 54
IV. Chemische Beschaffenheit der Zellmembran ... 55
C. Das Protoplasma oder Plasma ... 59
D. Die übrigen Bestandtheile des Zellinhaltes ... 63
E. Zellbildung ... 76
I. Zelltheilung oder vegetative Zellbildung ... 77
II. Freie Zellbildung ... 79

III. Abschnitt.

Vom inneren Bau der Pflanzen. Pflanzenanatomie ... 83

A. Von der Verbindung der Zellen mit einander. Gewebelehre 83
I. Räumliche Verbindung der Zellen ... 83
II. Organische Verbindung der Zellen ... 83
A. Zellfusionen ... 83
B. Zellgewebe ... 86
1. Entstehung der Gewebe ... 86
2. Die Intercellularräume oder Intercellularen ... 88

Seite

B. Bau der Anordnung der Gewebe. Vergleichende Anatomie 93
I. Meristeme oder Theilungsgewebe 93
II. Hautgewebe 98
III. Gefäßbündel oder Fibrovasalstränge 106
1. Anordnung und Verlauf der Gefäßbündel 106
2. Bau der Gefäßbündel 114
IV. Grundgewebe oder Grundparenchym 122
V. Sekundäres Dickenwachsthum der Stämme und Wurzeln 128
1. Normale dikotyledone Stämme und Wurzeln 129
2. Anomale Stämme und Wurzeln der Dikotyledonen und Gymnospermen 138
3. Sekundäres Dickenwachsthum monokotyledoner Stämme 141

IV. Abschnitt.

Von der äußeren Gliederung der Pflanzen. Morphologie der Pflanzen 142

I. Morphologie der Phanerogamen, Phanerogämae 151
A. Der Stamm oder Stengel (caulis) oder Sproß 151
I. Begriff und Wachsthumsweise des Stengels 151
II. Verzweigung des Stengels 154
III. Bezeichnung der Stengelorgane nach allgemeinen Gestalts- und Richtungsverhältnissen 157
IV. Metamorphose des Stengels 159
V. Sproßfolge 178
B. Das Blatt (folium) 188
C. Die Wurzel (radix) 217
D. Die Haare oder Trichome 224
E. Die Blüte (flos) 231
A. Blütenstand (inflorescentia) 232
B. Die Blüten der Angiospermen 250
I. Allgemeine Unterscheidung der Blütentheile 250
II. Eintheilung der Blüten 251
III. Grundriß oder Diagramm der Blüte oder Zahl und Anordnung der Blütenblätter 252
IV. Beschaffenheit und Benennung der Blütentheile 256
I. Blütenboden 257
II. Die Blütenblätter im allgemeinen 260
III. Kelch 260
IV. Die Blumenkrone oder Corolle 263
V. Das Andröceum 268
A. Formbildung der Staubgefäße 269
B. Verschiedenheit der Staubgefäße 275
C. Bau der Anthere und Bildung des Pollens 276
VI. Das Gynäceum 279
VII. Nektarien, Honiggefäße, Honigdrüsen 291
V. Entwickelungsgeschichte der Blüte 292
VI. Die Befruchtung und Keimbildung 298
A. Die Bestäubung 298
B. Der Befruchtungsakt 308
VII. Die Frucht (fructus) 311
VIII. Der Samen (semen) 323
A. Theile des Samens 323
B. Entwickelung des Embryo 329
C. Die Ausstreuung der Samen 332
IX. Keimung 333

Seite

B. Von der Anordnung der Gewebe. Vergleichende Anatomie 93
I. Meristeme oder Theilungsgewebe 93
II. Hautgewebe 98
III. Gefäßbündel oder Fibrovasalstränge 106
1. Anordnung und Verlauf der Gefäßbündel 106
2. Bau der Gefäßbündel 114
IV. Grundgewebe oder Grundparenchym 122
V. Sekundäres Dickenwachsthum der Stämme und Wurzeln 128
1. Normale dikotyledone Stämme und Wurzeln 129
2. Anomale Stämme und Wurzeln der Dikotyledonen und Gymnospermen 138
3. Sekundäres Dickenwachsthum monokotyledoner Stämme 141

IV. Abschnitt.

Von der äußeren Gliederung der Pflanzen. Morphologie der Pflanzen 142

I. Morphologie der Phanerogamen, Phanerogamae 151
A. Der Stamm oder Stengel (caulis) oder Sproß 151
I. Begriff und Wachsthumsweise des Stengels 151
II. Verzweigung des Stengels 154
III. Bezeichnung der Stengelorgane nach allgemeinen Gestalts- und Richtungsverhältnissen 157
IV. Metamorphose des Stengels 159
V. Sproßfolge 178
B. Das Blatt (follum) 188
C. Die Wurzel (radix) 217
D. Die Haare oder Trichome 224
E. Die Blüte (flos) 231
A. Blütenstand (inflorescentia) 232
B. Die Blüten der Angiospermen 250
I. Allgemeine Unterscheidung der Blütentheile 250
II. Eintheilung der Blüten 251
III. Grundriß oder Diagramm der Blüte oder Zahl und Anordnung der Blütenblätter 252
IV. Beschaffenheit und Benennung der Blütentheile 256
I. Blütenboden 257
II. Die Blütenblätter im allgemeinen 260
III. Kelch 260
IV. Die Blumenkrone oder Corolle 263
V. Das Andröceum 268
A. Formbildung der Staubgefäße 269
B. Verschiedenheit der Staubgefäße 275
C. Bau der Anthere und Bildung des Pollens 276
VI. Das Gynäceum 279
VII. Nektarien, Honiggefäße, Honigdrüsen 291
V. Entwickelungsgeschichte der Blüte 292
VI. Die Befruchtung und Keimbildung 298
A. Die Bestäubung 298
B. Der Befruchtungsakt 308
VII. Die Frucht (fructus) 311
VIII. Der Samen (semen) 323
A. Theile des Samens 323
B. Entwickelung des Embryo 329
C. Die Ausstreuung der Samen 332
IX. Keimung 333

Seite

C. Die Blüten der Gymnospermen 336
I. Blüten der Cycadeen 338
II. Blüten der Coniferen und Gnetaceen 339
III. Befruchtung der Gymnospermen 341
IV. Frucht der Gymnospermen 344
II. Morphologie der Gefäßkryptogamen (Cryptogămae vasculāres) 345
A. Gefäßkryptogamen mit zweierlei Sporen (Cryptogămae vasculāres heterospōrae) 350
1. Die Wurzelfarne, Rhizokarpeen (Rhizocarpĕae) 350
2. Die Selaginelleen (Selaginellĕae) 356
B. Gefäßkryptogamen mit einerlei Sporen (Cryptogămae vasculāres isospōrae) 359
3. Die Bärlappe (Lycopodiacĕae) 359
4. Die Schachtelhalme, Schafthalme (Equisetacĕae) 361
5. Die Farne, Farnkräuter (Filīces) 364
III. Morphologie der Moose (Muscinĕae) 376
I. Von der Keimung und dem Thallus der Moose 377
II. Von den Geschlechts- und Fortpflanzungsorganen der Moose 383
IV. Morphologie der Laub- oder Lagerpflanzen oder Thallophyten 394
I. Die Algen, Algae 399
1. Ordnung. Armleuchtergewächse. Characĕae 400
2. Ordnung. Blütentange, Rothtange, Floridеen, Floridĕae, Rhodosperměae 403
3. Ordnung. Coleochaeteen 409
4. Ordnung. Schwarztange, Ledertange, Fucoïdĕae, Phaeosporĕae, Melanosperměae 410
5. Ordnung. Fadenalgen, Confervacĕae 416
6. Ordnung. Schlauchalgen, Siphonĕae 420
7. Ordnung. Volvocineen 422
8. Ordnung. Hydrodictyeen 424
9. Ordnung. Palmellaceen 425
10. Ordnung. Conjugaten 426
11. Ordnung. Diatomaceen 429
12. Ordnung. Phykochromhaltige Algen, Phycochromacĕae 432
II. Die Pilze, Mycētes, Fungi 436
1. Ordnung. Schlauchpilze, Ascomycētes 447
1. Familie. Perisporiacĕae 450
2. Familie. Trüffelpilze, Tuberacĕae 454
3. Familie. Kernpilze, Pyrenomycētes 456
4. Familie. Scheibenpilze, Discomycētes 474
5. Familie. Gymnoāsci 481
6. Familie. Die Flechten, Lichēnes 482
2. Ordnung. Basidiosporĕae oder Basidiomycētes 495
1. Familie. Bauchpilze, Gasteromycētes 496
2. Familie. Hautpilze, Hymenomycētes 500
3. Familie. Zitterpilze, Tremellini 505
4. Familie. Rostpilze, Aecidiacĕae oder Uredinĕae 506
5. Familie. Entomophthorĕae 512
6. Familie. Brandpilze. Ustilaginĕae 513
3. Ordnung. Zygomycētes 516
4. Ordnung. Leucozoosporĕae oder Phycomycētes 521
1. Familie. Peronosporĕae 521
2. Familie. Saprolegniacĕae 524
3. Familie. Chytridiacĕae 526

Seite

5. Ordnung. Sproßpilze, Blastomycêtes ... 529
6. Ordnung. Spaltpilze, Schizomycêtes ... 529
7. Ordnung. Schleimpilze, Myxomycêtes, Mycetozôa ... 532

V. Abſchnitt.

Von den Lebenserſcheinungen der Pflanzen. Phyſiologie der Pflanzen 537

I. Von den chemiſchen Eigenſchaften der Pflanzen. Pflanzenchemie ... 538
A. Die Elemente oder Grundſtoffe in den Pflanzen ... 538
B. Die nächſten Beſtandtheile der Pflanzen ... 539
C. Die organiſchen oder verbrennlichen Beſtandtheile der Pflanzen ... 541
I. Kohlenhydrate ... 541
II. Vegetabiliſche Säuren, Pflanzenſäuren oder organiſche Säuren 543
III. Pflanzenfette ... 545
IV. Aetheriſche oder flüchtige Oele ... 545
V. Harze ... 546
VI. Glykoſide ... 546
VII. Bittere Extractivſtoffe oder Bitterſtoffe ... 546
VIII. Pflanzenbaſen oder Alkaloïde ... 546
IX. Eiweißſtoffe, Proteïnſtoffe oder Albuminate ... 547
X. Amidverbindungen ... 547
XI. Fermente ... 548
XII. Farbſtoffe ... 548

II. Von den phyſikaliſchen Eigenſchaften der Pflanzen ... 550
1. Molecularſtructur und Imbibitionsfähigkeit der organiſirten Gebilde 550
2. Diosmoſe und Turgor der Pflanzenzellen ... 551
3. Feſtigung der Pflanze ... 553
4. Optiſche Eigenſchaften der Pflanze ... 554
5. Wärme der Pflanze ... 555
6. Elektricität der Pflanze ... 555
7. Gewebeſpannungen ... 556
8. Wachsthum ... 556
9. Organbildung ... 565
10. Richtungs-Bewegungen der Pflanzen ... 567
A. Hygroſkopiſche Bewegungen ... 569
B. Elaſticitätsbewegungen ... 570
C. Nutationen ... 570
D. Das Winden der Schlingpflanzen und Ranken ... 572
E. Reizbewegungen ... 574
F. Schlaf- und Wachbewegungen, tägliche oder nyctitropiſche Bewegungen ... 577
G. Geotropismus und Heliotropismus ... 579
H. Bewegungen gegen feuchte Körper ... 585
11. Ortsbewegungen der Pflanzen ... 585

III. Vom Stoffwechſel ... 589
1. Nährſtoffe ... 590
A. Kohlenſäure und Waſſer als Nährſtoffe der grünen Pflanzen 591
B. Stickſtoffhaltige Nährſtoffe ... 595
C. Pflanzen, die ſich mit organiſchen Verbindungen ernähren ... 596
D. Die zur Ernährung nothwendigen Aſchenbeſtandtheile ... 599
2. Modus der Aufnahme gasförmiger Stoffe, Gasaustauſch ... 601
3. Modus der Aufnahme in Waſſer gelöſter Nährſtoffe und die Waſſerbewegung in der Pflanze ... 605
I. Mengenverhältniſſe der aufgenommenen Beſtandtheile ... 605
II. Die der Aufnahme von Waſſer und wäſſerigen Löſungen dienenden Organe ... 606

Seite
I. Ebene ... 727
1. Meeresküste der Nord- und Ostsee und Salzmeere ... 728
2. Süßwasser ... 730
3. Ufer ... 731
4. Moor ... 733
5. Wiese ... 737
6. Trockene, unbewaldete, meist buschige Hügel und unkultivirte Flächen ... 739
7. Sandige Flächen ... 742
8. Heideflächen ... 743
9. Wald ... 744
10. Kultivirter Boden ... 750
II. Montane Region ... 755
1. Felsen ... 755
2. Wald ... 757
III. Alpine Region ... 760
IV. Nivale Region ... 767
II. Die geographische Verbreitung ... 769
A. Allgemeine Bemerkungen über Pflanzenwohnbezirke und Pflanzenwanderungen ... 769
B. Klimatische Bedingungen der Pflanzenverbreitung ... 774
1. Wärme ... 775
2. Feuchtigkeit ... 782
C. Geologisch-historische Bedingungen der Pflanzenverbreitung ... 787
D. Einfluß des Menschen auf die Vegetation ... 791
E. Verbreitung der systematischen Gruppen ... 796
F. Uebersicht der Vegetationsgebiete (natürliche Florengebiete der Erde) ... 798
1. Arktische Flora ... 798
2. Waldgebiet des östlichen Kontinentes ... 799
3. Mittelmeer- oder Mediterran-Gebiet ... 800
4. Steppengebiet ... 801
5. Chinesisch-Japanesisches Gebiet ... 802
6. Indisches Monsungebiet ... 803
7. Sahara ... 805
8. Sudan ... 806
9. Kalahari ... 808
10. Kapflora ... 809
11. Australien ... 809
12. Waldgebiet des westlichen Kontinentes ... 811
13. Prairiegebiet ... 812
14. Kalifornisches Küstengebiet ... 813
15. Mexikanisches Gebiet ... 813
16. Westindien ... 815
17. Cisequatoriales Südamerika ... 816
18. Hylaea, Gebiet des äquatorialen Brasiliens ... 817
19. Brasilien ... 817
20. Tropische Andes Südamerikas ... 818
21. Argentinisches oder Pampas-Gebiet ... 820
22. Chilenisches Uebergangsgebiet ... 821
23. Antarktisches Waldgebiet ... 821
24. Australische Inseln ... 822
G. Historisch-geographische Verhältnisse der wichtigsten Kulturpflanzen ... 826
1. Getreidepflanzen oder Cerealien ... 827
2. Kulturpflanzen, deren unterirdische Theile Nahrung liefern ... 829
3. Baumfrüchte ... 830
4. Kulturpflanzen, welche verschiedene andere Naturprodukte liefern ... 832

Seite

X. Abſchnitt.

Von den Nutzpflanzen 835

I. Getreidepflanzen, welche Mehl in ihren Früchten, Knollen oder im Marke liefern 835
II. Obſtarten, welche bei uns wachſen oder häufig im Handel vorkommen 837
III. Küchengewächſe (Gemüſe, Salat, Gewürzpflanzen) 838
IV. Getränke 843
V. Futterpflanzen 844
VI. Nutzhölzer 848
A. Einheimiſche Bäume und Sträucher 848
B. Ausländiſche Nutz- und Handelshölzer 851
VII. Faſerpflanzen (Geflecht- und Geſpinnſtpflanzen) 854
VIII. Beſen, Bürſten und Scheuerkräuter 857
IX. Spazier-, Regenſchirm-, Peitſchen- und Ladeſtöcke, Tabacksröhren, Knöpfe zu Kleidern und Stöcken, Elfenbein-Imitationen und anderen Dreharbeiten 858
X. Kork 858
XI. Stärkemehl 858
XII. Gummiarten 859
XIII. Zucker und verwandte ſüßſchmeckende Stoffe 860
XIV. Gerbepflanzen 860
XV. Seifenpflanzen 862
XVI. Oelpflanzen, welche Pflanzenfette (Oel, Fett, Talg) liefern 862
XVII. Vegetabiliſches Wachs 863
XVIII. Aetheriſche Oele, Harze, Balſame, Gummiharze und verwandte Stoffe 863
XIX. Kautſchuk 866
XX. Färberpflanzen 867
XXI. Verſchiedene chemiſche Produkte 871
XXII. Düngerpflanzen 872
XXIII. Zierpflanzen 873
A. Zierbäume und Ziersträucher für das freie Land 873
B. Schlingpflanzen zu Lauben und Wandbekleidungen 876
C. Stauden und Einjährige als Blumenpflanzen in Gärten 876
D. Dekorations- und Blattpflanzen für Gärten 878
E. Ziergräſer 878
F. Zierfrüchte 878
G. Raſenpflanzen 878
H. Topfpflanzen oder Zimmerpflanzen 879
I. Pflanzen zu Kränzen 880
K. Immortellen und andere Pflanzen zu Bouquets 880
L. Pflanzen für Zimmer-Aquarien 881
M. Heraldiſche Pflanzen auf Wappen und Fahnen 881
XXIV. Arzneipflanzen 881
XXV. Giftpflanzen 889
Regiſter 893

Seite

X. Abschnitt.

Von den Nutzpflanzen 835

I. Getreidepflanzen, welche Mehl in ihren Früchten, Knollen oder im Marke liefern 835
II. Obstarten, welche bei uns wachsen oder häufig im Handel vorkommen 837
III. Küchengewächse (Gemüse, Salat, Gewürzpflanzen) 838
IV. Getränke 843
V. Futterpflanzen 844
VI. Nutzhölzer 848
A. Einheimische Bäume und Sträucher 848
B. Ausländische Nutz- und Handelshölzer 851
VII. Faserpflanzen (Geflecht- und Gespinnstpflanzen) 854
VIII. Besen, Bürsten und Scheuerkräuter 857
IX. Spazier-, Regenschirm-, Peitschen- und Ladestöcke, Tabacksröhren, Knöpfe zu Kleidern und Stöcken, Elfenbein-Imitationen und anderen Dreharbeiten 858
X. Kork 858
XI. Stärkemehl 858
XII. Gummiarten 859
XIII. Zucker und verwandte süßschmeckende Stoffe 860
XIV. Gerbepflanzen 860
XV. Seifenpflanzen 862
XVI. Oelpflanzen, welche Pflanzenfette (Oel, Fett, Talg) liefern 862
XVII. Vegetabilisches Wachs 863
XVIII. Aetherische Oele, Harze, Balsame, Gummiharze und verwandte Stoffe 863
XIX. Kautschuk 866
XX. Färberpflanzen 867
XXI. Verschiedene chemische Produkte 871
XXII. Düngerpflanzen 872
XXIII. Zierpflanzen 863
A. Zierbäume und Ziersträucher für das freie Land 873
B. Schlingpflanzen zu Lauben und Wandbekleidungen 876
C. Stauden und Einjährige als Blumenpflanzen in Gärten 876
D. Dekorations- und Blattpflanzen für Gärten 878
E. Ziergräser 878
F. Zierfrüchte 878
G. Rasenpflanzen 878
H. Topfpflanzen oder Zimmerpflanzen 879
I. Pflanzen zu Kränzen 880
K. Immortellen und andere Pflanzen zu Bouquets 880
L. Pflanzen für Zimmer-Aquarien 881
M. Heraldische Pflanzen auf Wappen und Fahnen 881
XXIV. Arzneipflanzen 881
XXV. Giftpflanzen 889
Register 893

Einleitung.

Botanik[1], **Phytologie**[2], **Pflanzen-** oder **Gewächskunde** nennt §. 1.
man die Naturgeſchichte der Pflanzen im weiteſten Umfange oder die wiſſenſchaftliche Behandlung alles deſſen, was auf das Pflanzenreich Bezug hat.

Pflanzen oder *Vegetabilien*[3] ſind *belebte* Weſen, weil ſie, wie der Begriff des Lebens erfordert, 1) *ſich ernähren*, d. h. fremde und chemiſch von ihren Beſtandtheilen verſchiedene Stoffe aufnehmen und zu eigenen Beſtandtheilen verarbeiten, 2) *wachſen*, d. h. durch neue Bildungen, die ſie aus ihren eigenen Beſtandtheilen erzeugen, ſich vergrößern, und 3) *ſich fortpflanzen*, d. h. von ſelbſt neue gleichartige Weſen hervorbringen. Dadurch und durch ihre *chemiſche Zuſammenſetzung* aus organiſchen, verbrennlichen Stoffen ſind ſie weſentlich vom Mineralreiche unterſchieden. Auch iſt der Körper der allermeiſten lebenden Weſen durch ſeine *Organiſation*, d. h. Zuſammenſetzung aus verſchiedenen Organen ausgezeichnet, die dem Mineral abgeht. Jedoch ſind bei den einfachſten Pflanzen, wie vielen Bakterien und dem Plasmodium der Myxomyceten, keine deutlich verſchiedenen Organe wahrzunehmen, ſo daß das Merkmal der Organiſation erſt in zweiter Linie ſteht. Dagegen läßt ſich zwiſchen dem Pflanzen- und Thierreiche kein durchgreifender und zugleich anwendbarer Unterſchied finden. Denn wenn man der Definition *Linné's* folgend, welcher ſagte: „plantae crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt," gewöhnlich den Thieren allein eine willkürliche, von Empfindungsvermögen ausgehende Bewegung zuſchreibt, ſo trifft dies etwa nur zu, wenn wir irgend eine beſtimmte Pflanze von den höheren Stufen des Gewächsreiches einem vollkommenen Thier gegenüberſtellen. Je tiefer wir aber in beiden Reichen herabſteigen, deſto weniger anwendbar wird dieſer Unterſchied. Bewegungen, welche durch innere Kräfte getrieben werden, nur im lebendigen Zuſtande ſtattfinden und mit dem Tode erlöſchen, ſind ſchon unter den höheren Pflanzen vielfach zu finden, wie die Reizbewegungen, die periodiſchen Bewegungen, Heliotropismus und Geotropismus, und die Circulation des Protoplasmas in den Pflanzenzellen iſt eine faſt über das ganze Pflanzenreich verbreitete Erſcheinung. Bei vielen der niedrigſten Pflanzen aber kommen ſogar active Ortsbewegungen vor, wie bei den Myxomyceten, bei vielen einzelligen Algen und bei den Schwärmſporen der Pilze und Algen. Andererſeits werden die Bewegungserſcheinungen der Thiere immer einförmiger, je mehr wir uns den niedrigſten Organismen nähern, und bei dieſen zeigen ſie einen weſentlichen Unterſchied von denjenigen der genannten niederen Pflanzen nicht mehr. Es müſſen im weſentlichen gleiche Urſachen ſein, welche dieſen Bewegungen der niedrigſten pflanzlichen wie thieriſchen Organismen zu Grunde liegen, und jedenfalls hat die Frage, ob dieſe Bewegungen hier noch als Reactionen auf ſinnliche Wahrnehmungen gelten ſollen, bei der äußerſt einfachen oder ſelbſt ganz fehlenden Organiſation des Körpers der niederſten und kleinſten Pflanzen und Thiere, keine Berechtigung. Beide Reiche fließen an ihrem Anfangspunkte zuſammen. Im Thierreiche ſind es die niedrigſten Infuſorien, die Rhizopoden und die Spongien, im Pflanzenreiche die niedrigſten Algen und Pilze, welche die Berührungspunkte beider Reiche bilden. Es hat daher auch immer belebte Weſen gegeben, von denen man im Zweifel oder getheilter Meinung war, ob es Pflanzen oder Thiere ſeien. In früheren Zeiten

1) Βοτάνη (von βόσκω weiden) Futterkraut, Pflanze; davon βοτανική (τέχνη) die Wiſſenſchaft von den Pflanzen. 2) φυτόν Pflanze und λόγος Lehre. 3) vegetabile Gewächs, Pflanze; vegetus belebt, von vegēre lebhaft ſein.

Einleitung.

Botanik[1], **Phytologie**[2], **Pflanzen-** oder **Gewächskunde** nennt man die Naturgeschichte der Pflanzen im weitesten Umfange oder die wissenschaftliche Behandlung alles dessen, was auf das Pflanzenreich Bezug hat. §. 1.

Pflanzen oder Vegetabilien[3] sind belebte Wesen, weil sie, wie der Begriff des Lebens erfordert, 1) sich ernähren, d. h. fremde und chemisch von ihren Bestandtheilen verschiedene Stoffe aufnehmen und zu eigenen Bestandtheilen verarbeiten, 2) wachsen, d. h. durch neue Bildungen, die sie aus ihren eigenen Bestandtheilen erzeugen, sich vergrößern, und 3) sich fortpflanzen, d. h. von selbst neue gleichartige Wesen hervorbringen. Dadurch und durch ihre chemische Zusammensetzung aus organischen, verbrennlichen Stoffen sind sie wesentlich vom Mineralreiche unterschieden. Auch ist der Körper der allermeisten lebenden Wesen durch seine Organisation, d. h. Zusammensetzung aus verschiedenen Organen ausgezeichnet, die dem Mineral abgeht. Jedoch sind bei den einfachsten Pflanzen, wie vielen Bakterien und dem Plasmodium der Myxomyceten, keine deutlich verschiedenen Organe wahrzunehmen, so daß das Merkmal der Organisation erst in zweiter Linie steht. Dagegen läßt sich zwischen dem Pflanzen- und Thierreiche kein durchgreifender und zugleich anwendbarer Unterschied finden. Denn wenn man der Definition Linné's folgend, welcher sagte: „plantae crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt," gewöhnlich den Thieren allein eine willkürliche, von Empfindungsvermögen ausgehende Bewegung zuschreibt, so trifft dies etwa nur zu, wenn wir irgend eine bestimmte Pflanze von den höheren Stufen des Gewächsreiches einem vollkommenen Thier gegenüberstellen. Je tiefer wir aber in beiden Reichen herabsteigen, desto weniger anwendbar wird dieser Unterschied. Bewegungen, welche durch innere Kräfte getrieben werden, nur im lebendigen Zustande stattfinden und mit dem Tode erlöschen, sind schon unter den höheren Pflanzen vielfach zu finden, wie die Reizbewegungen, die periodischen Bewegungen, Heliotropismus und Geotropismus, und die Circulation des Protoplasmas in den Pflanzenzellen ist eine fast über das ganze Pflanzenreich verbreitete Erscheinung. Bei vielen der niedrigsten Pflanzen aber kommen sogar active Ortsbewegungen vor, wie bei den Myxomyceten, bei vielen einzelligen Algen und bei den Schwärmsporen der Pilze und Algen. Andererseits werden die Bewegungserscheinungen der Thiere immer einförmiger, je mehr wir uns den niedrigsten Organismen nähern, und bei diesen zeigen sie einen wesentlichen Unterschied von denjenigen der genannten niederen Pflanzen nicht mehr. Es müssen im wesentlichen gleiche Ursachen sein, welche diesen Bewegungen der niedrigsten pflanzlichen wie thierischen Organismen zu Grunde liegen, und jedenfalls hat die Frage, ob diese Bewegungen hier noch als Reactionen auf sinnliche Wahrnehmungen gelten sollen, bei der äußerst einfachen oder selbst ganz fehlenden Organisation des Körpers der niedersten und kleinsten Pflanzen und Thiere, keine Berechtigung. Beide Reiche fließen an ihrem Anfangspunkte zusammen. Im Thierreiche sind es die niedrigsten Infusorien, die Rhizopoden und die Spongien, im Pflanzenreiche die niedrigsten Algen und Pilze, welche die Berührungspunkte beider Reiche bilden. Es hat daher auch immer belebte Wesen gegeben, von denen man im Zweifel oder getheilter Meinung war, ob es Pflanzen oder Thiere seien. In früheren Zeiten

1) Βοτάνη (von βόσκω weiden) Futterkraut, Pflanze; davon βοτανική (τέχνη) die Wissenschaft von den Pflanzen. 2) φυτόν Pflanze und λόγος Lehre. 3) vegetabile Gewächs, Pflanze; vegetus belebt, von vegēre lebhaft sein.

Einleitung.

Botanik, **Phytologie**, **Pflanzen-** oder **Gewächskunde** [illegible] man die Naturgeschichte der Pflanzen im weitesten Umfange [illegible] liche Behandlung alles dessen, was auf das Pflanzenreich [illegible]

Pflanzen oder Vegetabilien [illegible]

§. 1. war dies mit den Polypen der Fall, deren thierische Natur jetzt längst außer Zweifel ist; aber die Diatomaceen und manche andere einzellige Algen, besonders aber die sogenannten Schizomyceten oder Bakterien, welches die kleinsten lebenden Wesen sind, rechnete noch Ehrenberg zu den Infusorien, während jetzt die Botanik auf sie Anspruch macht. In den Myxomyceten haben wir sogar Wesen vor uns, die in ihrem ersten freibeweglichen Entwickelungszustande im wesentlichen gewissen Thieren (Rhizopoden) gleich sind. in dem darauf folgenden ruhenden fructificirenden Zustand ausgeprägt pflanzlichen Typus zeigen und in diesem von jeher unter den Pilzen ihre Stelle hatten. Allein in diesem pilzähnlichen Zustande zeigen sie doch gewisse Eigenthümlichkeiten, durch welche sie sich von den eigentlichen Pilzen nicht unwesentlich unterscheiden, so daß man wieder mehr geneigt sein könnte, sie dem Thierreiche zu überweisen oder was das naturgemäßeste sein dürfte, sie als eine zwischen beiden Reichen die Mitte haltende Entwickelungsreihe zu betrachten. Denn die Eintheilung in Pflanzen- und Thierreich ist nur eine von uns gewählte Anschauungsform, der Natur selbst ist sie fremd. Die belebte Natur kann verglichen werden mehreren Leitern, die sich mit der untersten Sprosse berühren, während die oberen Sprossen zufolge der Divergenz der Leitern immer entfernter von einander stehen, und zwei Leitern haben sich allein bis zur höchsten Höhe fortgebaut, indem auf ihnen der Entwickelungsgang als eigentlich pflanzlicher und thierischer Typus aufgestiegen ist. Wegen dieser zeitig eingetretenen Divergenz haben sich denn auch eine Reihe von Merkmalen ergeben, welche jedem der beiden Reiche charakteristisch sind, wenn wir die sich nähernden unteren Stufen unberücksichtigt lassen, und die sich daher in dieser Beschränkung als Unterschiede zwischen Thieren und Pflanzen geltend machen lassen. Dahin gehört die Einheit des Elementarorganes, d. i. der Pflanzenzelle, im ganzen Gewächsreiche, denn diese ist das einzige Organ, aus welchem der Körper jeder Pflanze zusammengesetzt ist, und sie hat bei allen Pflanzen eine aus Cellulose bestehende Membran und einen Inhalt, dessen wesentlicher Bestandtheil das Protoplasma ist (§. 33.). Die niedrigen Algen und Pilze bestehen aus einer einzigen Zelle, welche hier noch allen Lebensfunctionen zugleich vorsteht, meist einfache, runde oder längliche Form hat und durch Theilung in zwei Hälften oder durch freie Zellbildung aus ihrem Inhalte sich vermehrt. Viele derselben haben eine nur schwach und undeutlich entwickelte Zellhaut oder sind wohl ganz ohne solche, daher sie sich vom Schema der Pflanzenzelle entfernen und den niedrigsten thierischen Formen sich nähern. Aufsteigend in der Entwickelungsreihe finden wir aber an dem Schema der Pflanzenzelle überall festgehalten, und schon der einzellige Organismus gewinnt die typisch pflanzliche Form, indem die Zelle an zwei entgegengesetzten Punkten am stärksten wächst und dadurch den Unterschied eines Oben und Unten hervortreten läßt. Und indem das nach unten wachsende Ende meist zum Zwecke der Befestigung anders sich ausbildet als das nach oben gerichtete, an seiner Spitze stetig fortwachsende Stück, welches zugleich durch Verzweigung seitliche im Wachsthume begrenzte blattähnliche Glieder treibt, werden schon die hauptsächlichen Organe als Wurzel, Stengel und Blätter angedeutet. Die nächst höheren Pflanzen sind schon aus mehreren Zellen zusammengesetzt, aber das Wachsthum erzeugt dieselben Formen; es grenzen sich die genannten Glieder durch Zelltheilung als besondere Zellen ab. Ja alsbald werden diese Glieder selbst vielzellig und darum von ansehnlicherer Größe, indem an ihnen die Zelltheilungen lange fortgehen, wobei gewöhnlich an ihrer Spitze eine einzige Zelle oder gewisse Zellencomplexe allein das Wachsthum der Organe vermitteln. Mit der Differenzirung der Organe tritt auch eine Vertheilung der einzelnen Lebensverrichtungen auf bestimmte dieser Organe ein. So wird also schon nahe oberhalb der untersten Stufe dieses Reiches die weitere charakteristische Eigenthümlichkeit gewonnen, daß der Pflanzenkörper ein Achsenorgan bildet, welches an seinen Endpunkten in dauernder Verjüngung und Wachsthum sich befindet, während der thierische Körper von Anfang an in seiner Gestaltung begrenzt ist und nur seine einzelnen anfänglich angelegten Glieder bis zu einem gewissen Grade der Ausbildung vervollkommnet. Auch in der Ernährung zeigen die Pflanzen gewisse Unterschiede von den Thieren, besonders insofern, als der Pflanzenkörper keinen nach außen geöffneten Nahrungskanal, durch welchen er feste Nährstoffe aufnehmen und

Excremente ausscheiden könnte, besitzt. Bei der eigenthümlichen Organisation der §. 1.
Pflanzen kann die Nahrung nur durch die Zellmembranen in den Körper gelangen, und da diese nur für tropfbarflüssige und gasförmige Stoffe durch Endosmose durchdringbar sind, so ist die Pflanze auf Lösungen der zur Ernährung nothwendigen festen Stoffe angewiesen. Aber auch diesen Unterschied sehen wir auf den untersten Stufen beider Naturreiche sich verwischen, denn die unvollkommensten Infusorien, Rhizopoden und Spongien, welche keine innere Organisation zeigen, müssen durch die ganze Körperoberfläche Nahrung aufnehmen, gleich den niederen Pflanzen. Und an den Plasmodien der Myxomyceten läßt sich beobachten, daß diese auf der Unterlage kriechenden schleimigen Körper zufällig im Wege liegende feste Partikelchen einhüllen und gleichsam wie als feste Nahrung einige Zeit in sich eingeschlossen behalten. Die übergroße Mehrzahl der Pflanzen zeigt auch in den chemischen Verhältnissen der Ernährung einen wichtigen Unterschied vom Thierreiche. Der thierische Organismus kann nur durch organische Körper, vegetabilische oder animalische, ernährt werden. Für alle mit Chlorophyll versehenen, also grün gefärbten Pflanzen sind dagegen solche Nährstoffe ungeeignet; diese bilden vielmehr aus Wasser und Kohlensäure, die sie aus dem Boden und aus der Luft aufnehmen, organische Verbindungen, Stärkemehl und Zucker, wobei sie den in jenen Nährstoffen überschüssig enthaltenen Sauerstoff in Gasform an die Luft abgeben. Unter Verwendung von Ammoniak oder salpetersauren und schwefelsauren Salzen werden daraus weiterhin Proteïnkörper erzeugt. Während die Thierwelt fortwährend organische Substanz verbraucht und wegen der Athmung Sauerstoff verzehrt und Kohlensäure producirt, schöpft also die grüne Pflanzenwelt gerade aus diesen Abfällen und Zersetzungsproducten lebender Wesen ihre Nahrung und hat so die wichtige Rolle, für die dauernde Neubildung der organischen Substanz auf der Erde zu sorgen, den Kreislauf des Stoffes zu vermitteln und zur Erhalterin des thierischen Lebens zu werden. Aber auch dieses ist kein ausnahmsloser Unterschied zwischen beiden Reichen. Einerseits giebt es einige Infusorien, wie *Euglēna*, welche durch Chlorophyll grün gefärbt sind und bei denen das Chlorophyll vermuthlich dieselbe Thätigkeit ausübt wie bei den verwandten Algen. Andererseits sind diejenigen Pflanzen, welche kein Chlorophyll besitzen, wie alle Pilze und auch manche Phanerogamen, unfähig, aus Wasser und Kohlensäure organische Substanz zu erzeugen, sondern ernähren sich von vorgebildeten organischen Verbindungen; sie nehmen solche entweder in Form von Zersetzungsproducten abgestorbener pflanzlicher und thierischer Körper auf oder leben als Schmarotzer auf lebendigen Pflanzen oder Thieren, aus welchen sie organische Säfte als Nahrung aufnehmen. Diese Pflanzen verzehren daher keine Kohlensäure und produciren keinen Sauerstoff, vielmehr tritt bei ihnen die in Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureaushauchung bestehende Athmung ebenso rein hervor wie bei den Thieren. Endlich kommen bei einigen mit Chlorophyll versehenen Phanerogamen, den sogenannten fleischfressenden Pflanzen, Erscheinungen vor, welche an die thierische Ernährung erinnern. Diese Pflanzen besitzen eine Einrichtung an ihren Blättern, welche die Bedeutung einer Falle für kleine Insekten hat. Entweder ist das Blatt, wie bei der Fliegenfalle (*Dionaea muscipŭla*) und bei *Aldrovānda vesiculōsa* reizbar, indem es bei Berührung durch ein Insekt plötzlich beide Hälften aufeinander klappt und das Thier gefangen hält, oder das Blatt trägt ein blasenartiges Organ mit kleiner Mündung von solcher Beschaffenheit, daß durch sie kleinen Thieren der Eintritt leicht möglich, der Ausgang aber verwehrt ist, wie bei *Utricularia*. Von den gefangenen Thieren werden alle Weichtheile bis auf das zurückbleibende Hautskelett aufgelöst, bei *Dionaea* durch einen sauren Saft, der von eigenthümlichen auf der Innenfläche des Blattes befindlichen Drüsen ausgeschieden wird und den Innenraum alsbald erfüllt. Ob die gefangenen Thiere wirklich zur Ernährung der Pflanze verwendet werden, das ist jedoch noch ganz unentschieden; es ist sogar zu vermuthen, daß die letztere auch ohne diesen Raub leben kann, weil ihr Chlorophyll sie zu einer echt pflanzlichen Ernährung befähigt.

§. 2. Eintheilung der Botanik.

I. Theoretische[1] oder **reine Botanik** betrachtet die Pflanzen an und für sich, ohne Rücksicht auf ihren Nutzen oder Schaden.

1. **Morphologie**[2], **Organographie**[3] oder **Formlehre** handelt von der äußeren Form und Entwickelung der einzelnen Pflanzentheile oder Organe. Ein wichtiger Theil derselben ist die Entwickelungsgeschichte, welche die Entstehung und allmähliche Entwickelung der Organe untersucht. Die Erläuterung der Kunstausdrücke, deren die Morphologie zur Bezeichnung der Gestalten und Beschaffenheiten der Organe bedarf, heißt **Terminologie**.
2. **Pflanzenanatomie, Phytotomie**[4], ist die Lehre vom inneren Bau der Pflanze, nämlich von der Zusammensetzung der Pflanzentheile aus Elementarorganen. Zu ihr gehört daher die Lehre von der Pflanzenzelle und die Histiologie[5], welche von den Zellgeweben der Pflanze handelt. Man kann sie vielfach nicht von der Morphologie absondern, weil einerseits bei den niederen, aus einer oder wenigen Zellen gebildeten Pflanzen Gestalt und Bau sich nicht trennen lassen, und auch bei den höheren Gewächsen, z. B. der Bau der Epidermis und der zu ihr gehörigen Haarbildungen mehr Gegenstand der Morphologie ist, andererseits zur Charakteristik mancher morphologischer Organe anatomische Verhältnisse unentbehrlich sind.
3. **Pflanzenphysiologie**[6], hat die Naturerscheinungen der lebendigen Pflanzen zum Gegenstande, also sowohl die Verrichtungen der Organe, als auch die Lebenskräfte der Pflanze sowie die Erscheinungen, welche durch die Einwirkung fremder Kräfte auf die Pflanze hervorgebracht werden. Den Verlauf des Pflanzenlebens nach seinen aufeinanderfolgenden Perioden im Ueberblick und die Lebensweise der Pflanzen, wie sie durch die verschiedenartigen Beziehungen derselben zur Außenwelt bedingt ist, darzustellen, ist die Aufgabe der **Biologie**[7]. Als Theil der Physiologie kann auch die **Pflanzenchemie** gelten, welche uns mit den chemischen Bestandtheilen der Pflanzen bekannt macht.
4. **Pflanzenpathologie, Phytopathologie**[8], handelt von den abnormen Erscheinungen oder den Krankheiten der Pflanzen. Mit den abnormen Gestalten oder den Mißbildungen der Pflanzen beschäftigt sich die Pflanzenteratologie[9], welche aber nur als ein Theil der Pathologie, beziehendlich der Morphologie zu betrachten ist.
5. **Systematik des Pflanzenreiches**, lehrt die Pflanzen wissenschaftlich benennen (Nomenclatur[10]) und nach ihrer Aehnlichkeit classificiren zu einem System.
6. **Beschreibende** oder **descriptive Botanik, Phytographie**[11], Pflanzenbeschreibung, hat es zu thun mit der Unterscheidung der einzelnen Pflanzenarten. Wenn sie zugleich alles Wissenswerthe über das Vorkommen, die Eigenschaften, den Nutzen oder Schaden der Pflanzenarten mittheilt, so erweitert sie sich zur eigentlichen Naturgeschichte der Pflanzen oder Phytognosie[12].
7. **Pflanzengeographie**, handelt von der Vertheilung der Pflanzenarten auf der Erde und von dem Vegetationscharakter der einzelnen Länder.
8. **Paläontologie**[13] **des Pflanzenreiches**, ist die Lehre von den vorweltlichen Pflanzen.

II. Praktische oder **angewandte Botanik** betrachtet die Pflanzen nur aus dem Gesichtspunkte der Nützlichkeit, insofern der Mensch irgend eine Anwendung von denselben macht.

1. **Oekonomische** oder **landwirthschaftliche Botanik**, behandelt die für Feld-, Garten- und Wiesenbau wichtigen Pflanzen, Feldfrüchte, Gräser, Futterpflanzen, Gemüsepflanzen, Unkräuter ꝛc.

---

1) Die Anschauung, Theorie (θεωρία) betreffend, im Gegensatze zur Anwendung. 2) μορφή Gestalt und λόγος Lehre. 3) ὄργανον Werkzeug, Organ und γράφω beschreiben. 4) φυτόν Pflanze und τέμνω zerschneiden. 5) ἱστίον Gewebe und λόγος Lehre. 6) φύσις Natur und λόγος Lehre. 7) βίος Leben und λόγος Lehre. 8) φυτόν Pflanze, πάθος Leiden, Krankheit und λόγος Lehre. 9) τέρας Wunder, Mißbildung und λόγος Lehre. 10) Benennung mit Namen (nomen). 11) φυτόν Pflanze und γράφω beschreiben. 12) φυτόν Pflanze und γνῶσις Kenntniß. 13) παλαιός alt, ὄντα Dinge, Körper und λόγος Lehre.

2. **Forst-Botanik,** lehrt die forstlich wichtigen Holzpflanzen, so wie die den Wäldern schädlichen Pflanzen kennen.
3. **Garten-, Luxus-** oder **ästhetische Botanik,** behandelt die Zierpflanzen.
4. **Technische** oder **industrielle Botanik,** behandelt die für Künstler und Handwerker wichtigen Pflanzen.
5. **Medicinische** oder **pharmaceutische**[1] **Botanik,** beschreibt die Pflanzen, welche officinell sind oder früher waren, d. h. von welchen Arzneistoffe noch jetzt gebraucht werden oder früher gebraucht wurden. Zu ihr gehört auch die toxikologische[2] Botanik, welche die Giftpflanzen zum Gegenstande hat.

III. Geschichtliche und **literarische Botanik** oder Geschichte und Literatur der Botanik, handelt über die Entstehung, allmähliche Entwickelung und Ausbildung der Botanik als Wissenschaft von den frühesten Zeiten bis jetzt und nennt uns die Hauptwerke über Botanik.

Gewisse Klassen oder Familien, selbst einzelne Gattungen des Pflanzenreiches werden auch als besondere Wissensgebiete für sich behandelt, wenn sie entweder durch gewisse Eigenthümlichkeiten vor den übrigen Pflanzen hervortreten oder ihre Nutzanwendung sie zum Gegenstande eines besonderen Faches erhebt. So redet man von Mykologie[3] oder Pilzkunde, Lichenologie[4] oder Flechtenkunde, Phykologie[5] oder Algologie[6], d. i. Algenkunde, Bryologie[7] oder Mooskunde, Pteridographie[8] oder Farnkunde, Agrostographie[9] oder Gräserkunde, Dendrologie[10] oder Lehre von den Bäumen, Pomologie[11] oder Lehre von den Obstgehölzen, Oenologie[12] oder Lehre vom Weinstock und Weinbau, ꝛc.

Wenn es sich um die Darstellung der gesammten Botanik handelt, bilden diejenigen Zweige derselben, welche sich mit der Pflanze überhaupt beschäftigen, die allgemeine, diejenigen, welche die einzelnen Pflanzen und deren Wichtigkeit kennen lehren, die specielle Botanik. Wir verbinden unter diesen beiden Namen die vielseitig in einander greifenden Zweige der Botanik mit einander, um so unsern Hauptzweck leichter zu erreichen, nämlich eine gedrängte Uebersicht der Naturgeschichte des Pflanzenreichs zu geben.

Geschichte der Botanik. §. 3.

Die ersten Anfänge der Botanik d. h. die rohen Kenntnisse, welche durch den Gebrauch, den der Mensch von einzelnen Pflanzen machte, sich ergaben, verlieren sich in die frühesten historischen Zeiten. Denn schon in den ältesten Zuständen menschlicher Kultur finden sich Namen von Pflanzen, welche zur Nahrung oder als Heilmittel dienten. In den medicinischen Schriften der alten Völker werden die Arzneipflanzen nur mit Namen genannt. Als Gegenstand einer besonderen Wissenschaft aber wurde die Pflanzenkunde behandelt zuerst von Aristoteles (geb. 384 v. Chr.); doch sind seine botanischen Schriften verloren gegangen. Dagegen sind dergleichen von seinem Schüler Theophrast erhalten, welcher darum der Vater der Pflanzenkunde heißt. Auf ihn folgten noch einige griechische Schriftsteller, von denen zum Theil nur fragmentarische Werke über Pflanzen auf uns gekommen sind. Das letzte und bedeutendste derselben ist die Heilmittellehre von Dioscorides im ersten Jahrhundert n. Chr., in welcher gegen 600 Pflanzen aufgeführt sind, von denen etwa 400, freilich sehr kurz und ungenügend beschrieben werden. Bei den Römern ist die Naturgeschichte des Plinius (geb. 23 n. Chr.) fast das einzige Werk auf diesem Gebiete; es enthält nur, was über Pflanzen in Schriften und Ueberlieferungen bekannt war, vornehmlich in Rücksicht auf den praktischen Nutzen, ohne selbständiges Studium der Natur.

Die ersten Jahrhunderte der Herrschaft des Christenthums waren den Naturwissenschaften nicht günstig; der Botanik wurde in dieser Periode weder in Griechenland noch in Italien eine Pflege zu Theil, noch weniger bei den Germanen, denn wenn auch hier, nachdem die Wogen der Völkerwanderung sich gelegt hatten, Karl der Große, der Begründer friedlicher europäischer Kultur, große Verdienste um Acker- und Gartenbau hatte, so war doch alle eigentlich wissenschaftliche Thätigkeit auf Jahrhunderte hinaus fast nur der Religion gewidmet. Aus dieser Zeit besitzen wir von den Arabern, welche die griechische Kultur wieder aufgenommen hatten, einige Schriften, in denen auch von Pflanzen gehandelt wird und

1) Φαρμακεύς der Bereiter der Arzneimittel (φάρμακον). 2) τοξικόν Gift und λόγος Lehre. 3) μύκης Pilz und λόγος Lehre. 4) λειχήν, lichen, Flechte. 5) φῦκος Tang. 6) alga Alge. 7) βρύον Moos. 8) πτερίς Farnkraut und γράφω beschreiben. 9) ἄγρωστις Gras. 10) δένδρον Baum. 11) pomum Obst. 12) οἶνος Wein.

die neuen Pflanzen in großen Prachtwerken, in denen der Kupferstich den Holz- §. 3.
schnitt verdrängt hatte, zu beschreiben. Einen namhaften Fortschritt machte nun auch die Systematik durch den Franzosen Tournefort (1656—1718), dessen auf Bau und Form der Blüte begründetes System sich allgemeine Anerkennung erwarb und dessen zweites Hauptverdienst darin bestand, daß er zuerst bestimmt begrenzte Gattungen einführte, deren jede er unter einen und denselben Namen brachte. Auch das System von Peter Magnol (1638—1715) ist durch richtige Erkenntniß einer Reihe natürlicher Familien ausgezeichnet. Jetzt trat in Schweden Karl Linné (1707—1778) als der große Reformator der Naturgeschichte auf. Er gründete auf die Befruchtungsorgane, deren physiologische Bedeutung er zuerst richtig würdigte, sein berühmtes Pflanzensystem, welches nicht nur die Möglichkeit bot, alle bekannten Pflanzen leicht und sicher zu bestimmen, sondern auch die noch zu entdeckenden Pflanzen einzureihen. Linné's noch größeres Verdienst aber ist die Einführung einer geregelten Nomenclatur und Charakteristik, indem er nicht nur die Gattungen, sondern auch, was bisher noch ganz ungenügend und unsicher geschehen war, die Arten genau und unzweideutig feststellte durch kurze Diagnosen, welche in bestimmten Ausdrücken die nöthigsten Unterscheidungsmerkmale der Pflanzen enthielten, und der bisherigen Weitläufigkeit der Benennung durch den doppelten auf Gattung und Art bezüglichen Namen, den er jeder Pflanze gab, ein Ende machte. Linné's System hatte bald überall Geltung, und die botanischen Werke, welche in diesem Jahrhundert ferner erschienen, waren alle nach demselben abgefaßt; auch wurden viele neue Ausgaben desselben nach den Anforderungen der Zeit veranstaltet, denn die Erforschung der Floren fremder Länder wurde von den Schülern Linné's, deren mehrere große botanische Reisen unternahmen, eifrig fortgesetzt. In dieser Linné'schen Periode wurde die deutsche Flora bearbeitet von Ehrhart, Hoffmann und Schreber, und allgemeine systematische Werke erschienen von Willdenow, Jacquin und Sprengel. Noch im vorigen Jahrhunderte wurde auch das natürliche Pflanzensystem begründet von Bernard de Jussieu (1699—1777), jedoch erst von dessen Neffen Antoine Laurent de Jussieu (1748—1836) weiter ausgeführt und veröffentlicht. So waren in dieser Periode die systematische und beschreibende Botanik fast ausschließlich Gegenstand der Forschung, und nur einige pflanzenphysiologische Schriften fallen schon in das Ende des vorigen Jahrhunderts, wie die von Köhlreuter (1733—1799) und von Sprengel (1750—1816) über die Befruchtung, die von Bonnet (1720—1793) über den Nutzen der Blätter, die von Duhamel du Monceau (1700—1782) über Anatomie, Wachsthum und Ernährung der Bäume, und die Untersuchungen von Priestley (1733—1804) und Ingenhous (1730—1799) über die Athmung der Pflanzen, denen sich am Anfange unseres Jahrhunderts die noch berühmteren von Theodor de Saussure (1767—1845) über den gleichen Gegenstand anschlossen.

Mit dem Beginn des gegenwärtigen Jahrhunderts sehen wir auch die übrigen Disciplinen der Botanik immer mehr in ihre gebührende Stelle eintreten. In Frankreich wandten sich Mirbel, in Deutschland Treviranus, Sprengel, Moldenhawer, Kieser, Rudolphi, Link, Meyen u. A. mit Eifer der Pflanzenanatomie zu, welche, Dank der Verbesserung der Mikroskope, bald mit noch größeren Erfolgen von Schwann, v. Mohl, Schleiden, Nägeli, Schacht u. A. gefördert wurde. Diese Forschungen führten zur richtigen Erkenntniß der vegetabilischen Zelle, als des einzigen und allgemeinen Elementarorganes aller Pflanzen, und brachten dadurch auch für die mit der Anatomie vielfach zusammenhängende Physiologie wichtige Aufklärungen. Auf dem Gebiete der Ernährungsphysiologie wurden Bousfingault's und Liebig's Arbeiten epochemachend. Viele andere Agrikulturchemiker sind ihnen hierin gewinnbringend gefolgt. Aber auch auf allen anderen Gebieten die pflanzenphysiologische Forschung zu neuem Aufschwunge gebracht zu haben ist Sachs' Verdienst, der in den letzten Decennien im Verein mit vielen anderen ihm hierin nachfolgenden Botanikern außer der Ernährung und der Stoffbildung und Stoffumwandelung in der Pflanze besonders die Einwirkung äußerer Agentien und fremder Naturkräfte auf die Lebenserscheinungen, die in der lebendigen Pflanze thätigen Molecularkräfte und die Bewegungen der Pflanzen weiter aufgeklärt hat. Durch die Mikroskope wurde nun auch im gegenwärtigen Jahrhundert die Krypto-

§. 3. gamenwelt der Forschung besser und erfolgreich zugänglich gemacht. Auf die grundlegenden systematischen Bearbeitungen der Kryptogamen durch Persoon, Fries, Link, Acharius, Kützing, Agardh u. A. folgten werthvolle Untersuchungen über die Entwickelung, Fortpflanzung und die Geschlechtsverhältnisse dieser Wesen, die wir besonders Nägeli, Hofmeister, Pringsheim, de Bary, Tulasne, A. Braun, Cohn, Thuret u. A. verdanken. Der Streit über die Befruchtung der Phanerogamen, der zwischen Amici, Brongniart, v. Mohl einer-, Schleiden und Schacht andererseits geführt wurde, kam durch Hofmeister's Untersuchungen im Sinne der Ersteren zum Austrag. Ein neues ausgiebiges Gebiet wurde der Forschung neuerdings von Darwin eröffnet durch die Ermittelung der Einrichtungen in den Blüten zum Zwecke der Bestäubung, der Mithülfe der Insekten dabei und der weitverbreiteten Wechselbefruchtung der Blüten. Auch die Pathologie der Pflanzen konnte, obschon im vorigen Jahrhundert einiges darüber geschrieben worden war, doch erst jetzt, gestützt auf die Fortschritte der Physiologie und auf die Kenntniß der Schmarotzerpilze, in ihre gebührende Stelle treten. Die ersten Ideen zur Morphologie der Pflanzen waren schon in Göthe's „Metamorphose der Pflanzen" ausgesprochen worden; ihre eigentliche Begründung fand diese Wissenschaft aber erst besonders durch R. Brown, A. P. de Candolle, A. Braun, weitere Förderung neuerdings durch Hofmeister, Hanstein, Schwendener u. A. Diese Forschungen haben gelehrt, die Mannigfaltigkeit in den Pflanzenformen auf einige wenige morphologische Organe, als Wurzel, Stengel, Blätter und Trichome zurückzuführen, und die in der Entwickelungsgeschichte begründeten Begriffe derselben festgestellt, auch die Gesetze ihrer gegenseitigen Anordnung an der Pflanze ermittelt. Die morphologische Deutung der verschiedenen Organe, besonders der Blüten- und Befruchtungstheile sowie die Ermittelung der Zelltheilungen bei der ersten Entstehung und an den Verjüngungspunkten der Hauptorgane und die Abstammung der einzelnen Zellgewebe des fertigen Organes von jenen Zellbildungsprocessen beschäftigen die Morphologen gegenwärtig vorzüglich. Die Vervollkommnung dieser Lehre mußte nothwendig zugleich die Verwandtschaft der Pflanzenfamilien klarer erkennen lassen und somit auf das natürliche System ausbildend zurückwirken. Hier treten uns in diesem Jahrhundert die Versuche von de Candolle, Reichenbach, Lindley, R. Brown, Endlicher, A. Braun und Hanstein entgegen. Durch dieselben sind nicht nur die einzelnen Pflanzenfamilien fester begrenzt, sondern auch ihre verwandtschaftliche Aneinanderreihung vielfach richtig erkannt und bei Familien von noch zweifelhafter Verwandtschaft wenigstens die muthmaßliche Stellung diskutirt worden. Dank den Fortschritten, welche die Kenntnisse der Entwickelung und Fortpflanzung der verschiedenen Kryptogamen wie der Phanerogamen gemacht haben, ist der Plan des natürlichen Pflanzensystemes, der sich aus der genetischen Entwickelung der Hauptgruppen des Pflanzenreiches aus einander ergiebt, wenigstens in seinen Grundrissen gegenwärtig festgestellt; wir wissen, daß die Stufenfolge von den Algen, durch die Moose zu den Gefäßkryptogamen, und von diesen weiter zu den Gymnospermen und Angiospermen bedingt ist durch die jeweils verschiedenen Abschnitte in dem Entwickelungsgange der ganzen Pflanze, in welche das Geschlechtsleben fällt und durch die verschiedenen Producte, welche mithin in jedem dieser Fälle aus dem Sexualacte resultiren. — Die beschreibende Botanik pflegt jetzt theils begrenzte Florengebiete, theils einzelne Familien in monographischer Bearbeitung zum Gegenstande zu wählen, nur de Candolle's „Prodrömus systemätis naturalis regni vegetabilis" hat die Darstellung aller Familien der Phanerogamen mit ihren sämmtlichen bekannten Arten zum Ziele, das durch die Mitwirkung zahlreicher Botaniker, welche einzelne Familien bearbeiten, nahezu erreicht ist. Neue Gesichtspunkte für die allmähliche Entwickelung des Pflanzenreiches aus seinen Anfängen, die Abstammung der Pflanzenarten von einander und die Variationen, denen dieselben im Laufe der Zeit durch Einfluß äußerer Momente, Kultur ꝛc. unterliegen, wurden in der neueren Zeit durch Darwin eröffnet. Im gegenwärtigen Jahrhundert sehen wir auch die Pflanzengeographie durch die Schöpfung Alexander von Humboldt's ins Leben treten und seitdem durch Wahlenberg, Meyen, Alphons de Candolle, Grisebach u. A. zu weiterer Ausbildung gelangen. Endlich wurde zu Beginn des zweiten Viertels unseres

Jahrhunderts auch die vorweltliche Vegetation zuerst durch Brongniart, in der Folge durch Unger, Göppert, Heer, Ettingshausen, Schenk u. A. unserer Kenntniß erschlossen. Gegenwärtig sehen wir auf allen genannten Gebieten die Forschung gleichmäßig im Gange, und wir können nicht sagen, daß jetzt noch irgend ein botanisches Gebiet gegen andere vernachlässigt werde.

Literatur. E. Meyer, Geschichte der Botanik. Königsberg 1854—1857. 4 Bde. — Jessen, Botanik der Gegenwart und Vorzeit. Leipzig 1864. — Sachs, Geschichte der Botanik. München 1875.

Botanische Hülfsmittel. §. 4.

I. **Botanische Literatur.** Ein nahezu vollständiges Verzeichniß des gesammten botanischen Bücherschatzes findet sich in Pritzel, Thesaurus literaturae botanicae, 2. Aufl. Leipzig 1872, welcher 10871 Nummern aufweist, die sich jedoch meist nur auf selbständig erschienene Werke beziehen, nicht auf die zahlreichen Abhandlungen und Aufsätze, welche in den botanischen Zeitschriften enthalten sind. Wer selbstforschend auf irgend einem Gebiete der Botanik arbeiten will, muß auch in die Literatur desselben eindringen. Die Literatur über einzelne Gegenstände kann hier nicht aufgezählt werden; das wichtigere dieser speciellen Literatur haben wir im Werke an den betreffenden Stellen erwähnt. Das folgende Verzeichniß soll nur die größeren und wichtigeren Handbücher namhaft machen, welche für das Studium ganzer Gebiete der Botanik im Allgemeinen benutzt werden müssen. Wir ordnen dieselben nach den einzelnen Fächern und schließen daran die verbreitetsten botanischen Zeitschriften.

1) Ueber Physiologie, Anatomie und Morphologie, und zwar theils über alle diese Disciplinen zugleich, theils über eine derselben, handeln folgende Werke. Die auf die Kryptogamen bezügliche allgemeine Literatur ist im dritten Bande der Synopsis besonders erwähnt und darum hier nicht berücksichtigt.

Treviranus, Physiologie der Gewächse. Bonn 1835—1838, 2 Bde.
Decandolle, Physiologie végétale. Paris 1832, deutsch von Roeper, Stuttgart 1833 bis 1835, 2 Bde.
Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Berlin 1837—1839, 3 Bde.
A. Braun, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.
H. v. Mohl, Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle. Braunschweig 1852.
H. Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. 2. Auflage, Berlin 1856 bis 1859, 2 Bde.
Hofmeister, Handbuch der physiologischen Botanik. Bd. 1, 1. Abth. Die Lehre von der Pflanzenzelle. 2. Abth. Allgemeine Morphologie. Leipzig 1867.
Sachs, Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig 1865.
Sachs, Grundzüge der Pflanzenphysiologie. Leipzig 1873.
Sachs, Lehrbuch der Botanik, 4. Aufl. Leipzig 1874.
Eichler, Blütendiagramme. Leipzig 1875.
A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.

2) Pflanzenpathologie.

Meyen, Pflanzenpathologie. Berlin 1841.
Kühn, Krankheiten der Kulturgewächse. 2. Aufl. Berlin 1859.
Seraner, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1874.
Moquin-Tandon, Pflanzenteratologie. Deutsch von Schauer. Berlin 1842.
Cramer, Bildungsabweichungen. Zürich 1864.
M. Masters, Vegetable Teratology. London 1869.

3) Systematik und beschreibende Botanik. Die folgenden Werke beziehen sich wiederum meist nur auf die Phanerogamen. Die Kryptogamen haben meist ihre eigene descriptive Literatur, über die man den dritten Band der Synopsis vergleichen wolle.

Linné, Species plantarum. Stockholm 1753; neueste Auflage von Wildenow, Berlin 1797 bis 1830, 6 Bde.
Linné, Genera plantarum, neue Auflage von Sprengel, Göttingen 1830—1831, 2 Bde; deutsch von Planer, Gotha 1775, 2 Bde; Nachtrag 1785.
Linné, Systema vegetabilium. 16. Aufl. von Sprengel, Göttingen 1825—1828, 4 Bde. Dasselbe Werk, herausgegeben von Römer und Schultes, nebst den Mantissen. Stuttgart 1817—1830, 7 Bde.
Decandolle, Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. Paris 1824—1874, Pt. 1—17.
Endlicher, Genera plantarum secundum ordines naturales disposita. Wien 1836—1840; Supplementa, Wien 1842—1843; neue Auflage 1865.
Endlicher, Enchiridion botanicum. Leipzig 1841.

Kunth, Enumeratio plantārum omnium hucūsque cognitārum secūndum ordines naturāles disposita. Berlin 1833—1841, 3 Bde.
Meißner, Plantārum vascularium genēra. Leipzig 1836—1843.
Bentham und Hooker, Genēra plantārum. London 1862—1873.

4) Pflanzengeographie. Wir nennen hier nur allgemeine pflanzengeographische Werke und verweisen für diejenige Literatur, welche sich auf die Pflanzengeographie einzelner Erdtheile und Länder bezieht, auf den betreffenden Abschnitt in der Pflanzengeographie. Auch die wichtigeren Werke, welche sich auf die Floren beziehen, d. h. auf die Aufzählung und Beschreibung der in einem Lande oder einer Gegend wachsenden Pflanzen, haben wir in dem von den Floren handelnden Abschnitte der Pflanzengeographie aufgeführt; insbesondere sind dort die für das Studium der deutschen Flora in Betracht kommenden Bücher genannt.

A. de Humboldt et A. Bonpland, Essai sur la geographie des plantes. Paris 1805.
A. von Humboldt, Ideen zu einer Geographie der Pflanzen. Stuttgart 1706.
A. de Humboldt, De distributione geographica plantārum. Lutet. paris. 1817.
Schouw, Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. Berlin 1824.
Meyen, Grundriß der Pflanzengeographie. Berlin 1836.
L. Rudolph, Die Pflanzendecke der Erde. Berlin 1853; Supplement 1859.
L. Rudolph, Atlas der Pflanzengeographie. Berlin 1852; 2. Aufl. 1864.
Decandolle, Geographie botanique. Paris 1855.
Grisebach, Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Leipzig 1873.
v. Kittlitz, Vierundzwanzig Vegetationsansichten u. s. w. Wiesbaden 1844—1851.
O. Sendtner, Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie. München 1854.

5) Paläontologie.

Bronguiart, Histoire des végétaux fossiles. Paris 1828—1844.
Göppert, Die Gattungen der fossilen Pflanzen. Bonn 1841—1845.
Unger, Synopsis plantārum fossilium. Leipzig 1845.
Unger, Genēra et species plantārum fossilium. Wien 1850.
Heer, Die tertiäre Flora der Schweiz. Winterthur 1855—1859.
Heer, Die fossile Flora der Polarländer. Zürich 1868.
W. Schimper, Traité de paléontologie végétale. Paris 1869.

6) Angewandte Botanik.

Ebermaier, Handbuch der medicinisch-pharmaceutischen Botanik. Düsseldorf 1830—1831.
Schleiden und Berg, Handatlas sämmtlicher medicinisch-pharmaceutischen Gewächse. 3. Aufl., Jena 1853.
Schleiden, Handbuch der medicinisch-pharmaceutischen Botanik. Leipzig 1852.
Berg und Schmidt, Darstellung und Beschreibung aller in der pharmaceutischen Botanik aufgeführten Gewächse. Leipzig 1858—1863.
Hayne, Darstellung und Beschreibung der Arzneigewächse, fortgesetzt von Klotzsch. Berlin 1805—1843, 14 Bde.
Berg, Handbuch der pharmaceutischen Botanik. 5. Aufl., Berlin 1866.
Lürßen, Medicinisch-pharmaceutische Botanik. Leipzig, seit 1877.
Langethal, Lehrbuch der landwirthschaftlichen Pflanzenkunde. Bd. 1, 3. Aufl.; Bd. 2 und 3, 2. Aufl., Jena 1851—1855.
Dietrich, Vollständiges Lexikon der Gärtnerei und Botanik. Berlin 1839, 24 Bde.
Brandt, Phoebus und Ratzeburg, Deutschlands Giftgewächse. Berlin 1834—1838, 2 Bde.
Hartig, Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen. Berlin 1851.
K. Koch, Dendrologie. Erlangen 1869—1873, 2 Thle.
K. Koch, Die deutschen Obstgehölze. Stuttgart 18 6.

7) Botanische Zeitschriften.

Flora oder allgemeine botanische Zeitung. Regensburg seit 1818.
Botanische Zeitung von H. v. Mohl und Schlechtendal, fortgesetzt von de Bary. Berlin, Leipzig, seit 1843.
Linnaea, Journal für Botanik in deren ganzem Umfang. Halle 1826—1866, neue Folge, Berlin 1867—1869.
Bonplandia. Hannover 1853—1862.
Verhandlungen der Kaiserlich Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Wien seit 1852.
Annales des sciences naturelles, Série Botanique. Paris.
Adansonia von Baillon. Paris seit 1861.
Hooker, The London Journal of Botany. London seit 1842.
The British and foreign Journal of Botany, begründet von B. Seemann. London 1864—1871, 8 Bde.
Pringsheim, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Berlin 1857—1863, Leipzig seit 1864.
Just, Botanischer Jahresbericht. Berlin seit 1873.

§. 5. II. **Botanische Gärten.** Zu den botanischen Hülfsmitteln gehören auch Gärten, in denen Pflanzen nach wissenschaftlichen Principien zum Zwecke des Unterrichts und der Forschung kultivirt werden. Nur diese haben auf die Bezeichnung botanischer Gärten Anspruch, und in den größeren und vollständigen müssen auch Pflanzen aus allen Welttheilen und Klimaten vertreten sein. Um Pflanzen

von so verschiedener Natur zu kultiviren bedarf es besonderer Einrichtungen und Anlagen. Diejenigen Gewächse, welche unser Klima vertragen, werden im Freien gezogen (Freilandpflanzen). Doch muß man auch hier wieder je nach der Natur und den Bedürfnissen der Pflanzen verschiedene Anlagen schaffen. Dabei sind hinsichtlich der Anordnung der einzelnen Pflanzenarten überall soweit möglich die Rücksichten auf die botanische Systematik maßgebend. Man pflanzt daher die perennirenden Kräuter, soweit sie Landpflanzen sind, auf einem größeren Quartier, nach Familien angeordnet, und erhält auf diese Weise ein sogenanntes System. Die einjährigen Pflanzen, welche jedes Jahr neu ausgesäet werden müssen, bringt man gewöhnlich auf ein eigenes Quartier, jedoch wiederum in systematischer Anordnung. Auch werden wohl die Nutzpflanzen, zumal die medicinischen, auf ein besonderes, officinelles Quartier gestellt. In manchen botanischen Gärten findet man auch außerdem Pflanzen nach pflanzengeographischen Principien geordnet, wo die einzelnen Florengebiete und Gegenden in ihren Charakterpflanzen vertreten sind. Holzpflanzen, Bäume und Sträucher müssen auf besonderen Plätzen in zusammenhängende Bestände vereinigt werden, die ein sogenanntes Arboretum darstellen. In Bezug auf die Holzpflanzen ist das örtliche Klima des botanischen Gartens zu berücksichtigen. Nur diejenigen, welche dasselbe vertragen, dürfen als Freilandpflanzen behandelt werden; die empfindlicheren derselben müssen im Winter bedeckt oder eingeschlagen werden, mittelst Reisig, Stroh, Schilf, Matten, Decken; über größere Exemplare oder ganze Gruppen führt man einen Bretterbau auf, den man, so weit möglich mit Stroh oder Laub füllt. Hingegen müssen Pflanzen der kälteren Klimate und der höheren Gebirgsregionen im Winter und Frühjahre vor zu hoher Temperatur geschützt werden. [illegible]

Ferrara gegründet, und es entstanden in der Mitte des 16. Jahrhunderts die botanischen Gärten in Padua, Pisa, Bologna, Florenz, Neapel. In Frankreich wurden Ende des 16. Jahrhunderts die ersten botanischen Gärten an den Universitäten angelegt, der erste zu Montpellier, 1597 der zu Paris, der jedoch erst 1626 seinem wissenschaftlichen Zwecke, Pflanzen aus allen Theilen der Erde zu ziehen, gewidmet wurde und später den Namen Jardin des plantes erhielt. In den Niederlanden entstand 1577 der akademische botanische Garten zu Leiden. In Deutschland gab es im 16. Jahrhundert fast nur Privatgärten, unter denen der des J. Camerarius zu Nürnberg der berühmteste war. Im 17. Jahrhundert wurden noch allgemeiner botanische Gärten angelegt, so besonders der königlich englische Garten zu Kew, der Apothekergarten zu Chelsea bei London, der botanische Garten zu Amsterdam und viele Universitätsgärten in Deutschland. Während des 18. Jahrhunderts sehen wir noch mehr die Gärten der seefahrenden Nationen im Range steigen, da die Reisen und Handelsverbindungen mit fernen Ländern auch immer größere Pflanzenschätze nach Europa brachten. Dies gilt besonders von den botanischen Gärten Englands, zumal von dem zu Chelsea, von dem der Brüder Sherard zu Eltham, den Dillenius beschrieb (Hortus Elthamensis, Leiden 1732), vom Universitätsgarten zu Cambridge und vor allen von dem berühmten Garten zu Kew, der von Aiton beschrieben worden ist (Hortus Kewensis, London 1789—1810). In den Niederlanden nahmen die Gärten des Lord Clifford zu Hardecamp bei Haarlem unter Linné's Verwaltung (Hortus Cliffortianus, Amsterdam 1737) einen hohen Rang ein. In Frankreich stand außer dem Jardin des plantes besonders der von Ventenat (Jardin de Malmaison, Paris 1803) beschriebene Garten der Kaiserin Josephine zu Malmaison in Ansehen. Rußland erhielt 1725 den botanischen Garten in Petersburg, dann die Gärten in Dorpat, Wilna und den reichen Moskauer Garten. Ebenfalls im vorigen Jahrhundert erlangten der botanische Garten zu Kopenhagen unter Hornemann, der zu Upsala unter Thunberg und Wahlenberg und der zu Lund unter Agardh Berühmtheit. Auch in Deutschland entstanden im vorigen Jahrhundert sehr viele neue, sowohl private als fürstliche, als Universitätsgärten, und jetzt entbehrt keine deutsche Universität eines botanischen Gartens. Unter diesen zeichnen sich aus derjenige der Berliner Universität, um den Willdenow (Hortus Berolinensis, Berlin 1800—1809), Link und Otto (Abbildungen aus dem Berliner Garten, Berlin 1820—1828. — Hortus regius botanicus Berolinensis, Berlin 1827—1832) große Verdienste haben, ferner derjenige zu Breslau (Göppert, Bericht über den gegenwärtigen Zustand des botanischen Gartens in Breslau, Breslau 1868), zu Halle (Schlechtendal, Hortus Halensis, Halle 1841), zu Göttingen (Schrader, Hortus Göttingensis, Göttingen 1809), so wie der königliche Garten zu Herrenhausen. In Sachsen zeichnen sich aus der botanische Garten zu Leipzig, in Bayern der zu München und Nymphenburg, in Württemberg der königliche Garten zu Stuttgart, in Baden der zu Schwetzingen, im Weimarischen der großherzogliche zu Belvedere bei Weimar, in Oesterreich vorzüglich der kaiserliche Garten zu Schönbrunn bei Wien, der unter Jacquin (Hortus Schoenbrunnensis, Wien 1797) große Berühmtheit erlangte. Unter den Privatgärten, die in neuerer Zeit zu den großartigen gehören, ist besonders der des Fürsten zu Salm-Dyck in Dyck bei Düsseldorf (Hortus Dyckensis, Düsseldorf 1835) zu nennen. Auch in außereuropäischen Ländern existiren jetzt botanische Gärten. Nordamerika besitzt dergleichen zu New-York, Philadelphia und Cambridge, ferner giebt es solche in Cayenne, bei Kingston auf Jamaica, zu Mexiko, zu Rio de Janeiro. In Afrika giebt es einen botanischen Garten am Kap, auf Isle de France, auf Teneriffa. Hervorzuheben sind ferner in Asien der Garten der ostindischen Kompagnie zu Calcutta, der zu Madras, auf Ceylon, in Batavia, in Kanton und in Australien der zu Melbourne.

§. 6. III. **Botanische Sammlungen.** Zu diesen gehören vor allen Herbarien, in denen getrocknete Pflanzen zwischen Papierbogen aufbewahrt werden und welche nach einem System geordnet sein müssen. Die Pflanzen werden entweder auf ihren Bogen mittelst Papierstreifen aufgeklebt oder bleiben frei zwischen den Bogen liegen, müssen aber stets mit Etiquetten versehen sein, welche den

Namen der Pflanze, den Fundort und wo möglich auch den Sammler angeben. §. 6.
Große Herbarien sind jetzt meistens auch mit Universitäten und botanischen Gärten verbunden. Die größten und berühmtesten sind das Herbarium des Kewer Gartens, welches auch das Herbarium von Linné enthält, ferner die zu Wien, Berlin, Leipzig, Petersburg, Paris und das Herbarium Decandolle's zu Genf. Außerdem gehören zu einem botanischen Museum auch Frucht- und Samensammlungen, sowie eine Holzsammlung, welche Proben von Hölzern möglichst vieler Holzgewächse enthält, desgleichen auch pathologische und teratologische Objekte, im getrockneten Zustande oder als Spirituspräparate.

Um überhaupt Pflanzen zu sammeln und besonders um die Vegetationsverhältnisse der einzelnen Länder und Gegenden kennen zu lernen, sowie auch um neue Pflanzenarten zu entdecken, sind botanische Exkursionen und wenn es sich um ferne Länder handelt, botanische Reisen und Expeditionen erforderlich. Bei den botanischen Exkursionen, die nur in der Nähe der Heimath vorgenommen werden und leicht sich wiederholen lassen, kann man sich jeweils auf verschiedene Zwecke beschränken, je nachdem man es mehr auf allgemeine Vegetationsverhältnisse oder auf gewisse Pflanzen allein abgesehen; in letzterer Beziehung hat es sich auch nach der Jahreszeit zu richten, zu welcher man die Exkursion unternimmt, indem die Phanerogamen in verschiedenen Jahreszeiten, theils im Frühling, theils im Sommer oder Herbst zur vollständigen Entwickelung kommen, Kryptogamen aber zu jeder Jahreszeit und manche von ihnen, besonders Moose, Flechten und viele Pilze, gerade im Winter am besten entwickelt sind, so daß man auch in dieser Jahreszeit botanische Exkursionen unternehmen kann. Bei den botanischen Reisen und Expeditionen sollen dagegen möglichst alle botanischen Interessen zugleich berücksichtigt werden, um die Unternehmung so erfolgreich wie möglich zu gestalten. Es werden also dabei nicht bloß die pflanzengeographischen Verhältnisse nach allen Richtungen hin erforscht, sondern der Reisende kehrt auch mit einer großen Ausbeute an Pflanzen aller Art zurück, die dann erst in der Heimath bearbeitet und bestimmt werden können. Auch werden wohl durch dergleichen Reisen lebende Pflanzen aus fernen Ländern mit in die botanischen Gärten gebracht. Solche wissenschaftliche Reisen kamen zuerst im 17. Jahrhundert auf, wo besonders die asiatische Flora erschlossen wurde zuerst durch die Reisen von Rumph (geb. 1637), der längere Zeit zu Amboina lebte, und von E. Kämpfer (geb. 1651), welcher von 1685—1692 Ostasien und Japan bereiste; auch Amerika wurde um diese Zeit botanisch bekannt durch die Reisen von Sloane (geb. 1660) und Plumier (geb. 1646). Es folgten bald weitere Reisen nach den verschiedensten Welttheilen, durch welche man die außereuropäischen Floren immer weiter kennen lernte, und welche in Reisewerken beschrieben wurden oder denen die meisten floristischen Werke ihre Entstehung verdanken, die wir in dem von den Floren handelnden Abschnitt der Pflanzengeographie namhaft machen. Gegenwärtig nehmen fast an allen wissenschaftlichen Reisen Botaniker Theil, so bei den Nordpolexpeditionen, bei den Reisen in Afrika, in Centralasien ꝛc. In den größeren Herbarien sind denn auch die Pflanzen, welche die verschiedensten bedeutenderen Reisenden zusammengebracht haben, vereinigt, indem die Reiseausbeute in der Regel in einer Mehrzahl von Exemplaren an die europäischen Herbarien zur Vertheilung kommt. Die größte Wirksamkeit hat in dieser Beziehung der von Hochstetter (geb. 1787) zu Eßlingen gegründete Reiseverein geübt, welcher der Reihe nach viele Botaniker als Reisende aussandte, wie Schimper, Fleischer, Müller, Kurr, Endreß u. A., die in den verschiedensten Ländern sammelten und deren Ausbeute dann unter die Herbarienbesitzer vertheilt wurde. Als später dieser Verein zu functioniren aufhörte, übernahm 1834 Hohenacker (geb. 1798) zuerst in Eßlingen, seit 1856 in Kirchheim u. T. in Württemberg die Fortsetzung desselben insofern, als er nicht bloß die Vorräthe aus den früheren Reisen vertheilte, sondern auch noch die von verschiedenen anderen Reisenden bis dahin gesammelten Pflanzen zusammenzubringen und zu vertheilen suchte und es so zu einem Katalog von 118 verschiedenen Collectionen brachte. Nach seinem 1874 erfolgten Tode hörte dieses Unternehmen auf, und wie schon früher neben Hohenacker viele Sammler ihre verkäuflichen Sammlungen auf eigene Hand in den Handel brachten, so sind jetzt in der Regel die von

neuen Reisen mitgebrachten Pflanzen von den Unternehmern selbst zu beziehen, wie auch gegenwärtig viele Collectionen getrockneter Pflanzen von verschiedenen Sammlern periodisch herausgegeben werden. Das folgende Verzeichniß giebt die größeren und verbreitetsten verkäuflichen Pflanzensammlungen an, welche bis jetzt erschienen sind und zum Theil noch jetzt fortgesetzt werden.

1) **Phanerogamen.** Hohenacker's verkäufliche Pflanzensammlungen botanischer Reisender; den umfänglichen Katalog finden Interessenten verzeichnet in der Botanischen Zeitung 1871. — Reichenbach, **Flora germanica exsiccata.** Leipzig 1830—1845. — C. Schulz und F. Schultz, **Flora Galliae et Germaniae exsiccata.** Fortgesetzt von Keck in Aistersheim in Oberösterreich. — Baenitz, Herbarium meist seltener und kritischer Pflanzen Nord- und Mitteldeutschlands. Königsberg. — Fries, **Herbarium normale succicum.** — Hohenacker, **Herbarium normale plantarum officinalium et mercatoriorum.** — Frank, Sammlung landwirthschaftlicher Gräser Deutschlands. Leipzig.

2) **Kryptogamen.** Rabenhorst, Cryptogamae vasculares Europaeae oder die Gefäßkryptogamen Europas. Dresden seit 1858. — Rabenhorst, **Bryotheca Europaea.** Die Laubmoose Europas. Dresden seit 1858. — Limpricht, **Bryotheca silesiaca.** Breslau. — Warnstorf, Märkische Laubmoose. Neu-Ruppin 1872. — L. Piré, **Les mousses de la Belgique.** Bruxelles 1870. — F. Gravet, **Bryotheca belgica.** Louette-Saint-Pierre 1873. — Gottsche und Rabenhorst, **Hepaticae europaeae,** Die Lebermoose Europas. Dresden seit 1856. — De Notaris und Bagliette, **Erbario crittogamico italiano.** Genova. — Rabenhorst, Die Algen Sachsens. Dresden 1848—1861, und Die Algen Europas. Dresden seit 1861. — Farlow, Anderson und Eaton, **Algae exsiccatae Americae borealis.** Boston 1877. — Wittrock und Nordstedt, **Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae.** Upsala 1877. — Rabenhorst, **Lichenes europaei exsiccati.** Die Flechten Europas. Dresden seit 1855. — Norrlin, **Herbarium Lichenum Fenniae** 1876. — Rabenhorst, **Fungi europaei exsiccati** (Fortsetzung des **Herbarium mycologicum** von Klotzsch). Dresden seit 1861. — Fuckel, **Fungi rhenani exsiccati.** Oestrich. — G. Schneider, Herbarium schlesischer Pilze. Breslau. — v. Thümen, **Fungi austriaci exsiccati.** Teplitz 1871. — v. Thümen, **Herbarium mycologicum oeconomicum.** Teplitz 1873. — v. Thümen, **Mycotheca universalis.** Bayreuth 1875. — Fries, **Scleromycetes Sueciae.** — Karsten, **Fungi exsiccati.** Helsingfors. — Cooke, **British Fungi** und **British Leaf-Fungi.** London 1870. — Plowright, **Sphaeriacei Brittanici exsiccati.** London 1873. — Saccardo, **Mycotheca Venēta sistens fungos Venētos exsiccātos. Patavii 1875.**

§. 7. IV. **Mikroskope.** Zur Erkennung kleiner Pflanzentheile und zur Untersuchung der dem bloßen Auge nicht sichtbaren Pflanzen sind optische Instrumente erforderlich und zwar: 1) Lupen oder Vergrößerungsgläser, d. s. Sammellinsen, welche von Gegenständen, die sich innerhalb ihrer Brennweite befinden, ein um mehrere Male vergrößertes Bild entwerfen. Sie werden da angewendet, wo es gilt, Gegenstände, die mit unbewaffnetem Auge erkennbar sind, durch schwache Vergrößerung zu verdeutlichen, z. B. bei kleineren Blüten ꝛc. Um die Fehler der Farbenzerstreuung und der sphärischen Aberration möglichst zu vermeiden, construirt man die Lupen aus zwei (Duplets) oder drei (Triplets) planconvexen Linsen, welche in bestimmter Entfernung von einander befestigt werden. Wenn Lupen mit einem Stativ und sonstigen Einrichtungen versehen werden, so heißen sie einfache Mikroskope. Dergleichen sind für botanische Zwecke gegenwärtig besonders als sogenannte Präparirmikroskope im Gebrauch, welche mit einem schweren Fuß, einem Stativ, Tisch und Beleuchtungsapparaten verbunden sind und zum Präpariren kleiner Objekte für das große Mikroskop dienen. Die vollkommensten dieser Instrumente beruhen eigentlich schon auf dem Princip des zusammengesetzten Mikroskopes, indem sie aus Ocular und Objektiven bestehen, durch deren Combination man 40—100fache Vergrößerungen erzielen kann. 2) Zusammengesetzte Mikroskope beruhen auf der Verbindung einer Linse oder eines Linsensystems, des sogenannten Objektives, welches von dem Gegenstande ein stark vergrößertes Bild entwirft, und einer zweiten Linse, dem Ocular, welches das vom Objektiv entworfene Bild abermals vergrößert. Die Hülse oder der Tubus des Mikroskopes, welcher die Linsen enthält, steht senkrecht über einem horizontalen Tisch, auf welchen das zu vergrößernde Objekt gebracht wird. Dieser hat unter dem Objektiv eine große Oeffnung, durch welche der Gegenstand von unten mittelst eines Hohl- oder Planspiegels beleuchtet wird. Auf diese Weise können nur durchsichtige Objekte, wie es die mikroskopischen Präparate von Pflanzen meistens sind, beobachtet werden; undurchsichtige Gegenstände müssen von oben durch Linsen beleuchtet werden. Die Objekte werden auf eine Glasplatte von reinem, farblosem, ziemlich dickem Glas, den sogenannten Objektträger gebracht und mit einem kleinen, quadratischen Plättchen sehr dünnen Glases (Deckgläschen) be-

deckt, um bei der geringen Entfernung der Objektivlinse vom Gegenstande ein §. 7.
Eintauchen derselben in die Flüssigkeit oder ein Beschlagen mit Wasserdampf zu verhüten. Die Vergrößerung läßt sich steigern durch stärkere Linsen, sowohl des Objektives wie des Oculars. Die durch stärkere Oculare erzielten Vergrößerungen lassen zwar die Bilder größer erscheinen, aber es kann doch nicht mehr gesehen werden als vorher. Um die auflösende Kraft des Mikroskopes zu erhöhen und das Detail des Wahrnehmbaren zu vermehren, also noch feinere Strukturverhältnisse sichtbar zu machen, müssen die Objektive vervollkommnet werden. Vorzügliche Resultate in dieser Beziehung geben die in der neuern Zeit aufgekommenen Immersionslinsen, bei welchen zwischen der untersten Linse des Objektives und dem Deckgläschen ein Tropfen Wasser angebracht wird.

Die Zubereitung mikroskopischer Präparate richtet sich nach der Natur des Gegenstandes. Sehr kleine Objekte, wie Pollenkörner, Sporen, mikroskopisch kleine einzellige Kryptogamen, bedürfen keiner weiteren Behandlung, sondern werden unmittelbar in einer Flüssigkeit auf den Objektträger gebracht und mit dem Deckgläschen bedeckt. Die meisten Objekte aber müssen erst präparirt werden, indem sie je nach ihrer Beschaffenheit mittelst Nadeln zertheilt oder indem mittelst scharfer Rasirmesser oder Scalpelle dünne durchsichtige Schnitte von ihnen angefertigt werden. Sehr kleine Gegenstände, die man nicht fassen kann, wie kleine Samen, dünne Stengel u. dergl., schneidet man zwischen Kork oder Hollundermark oder eingeschmolzen in Stearin. Pflanzentheile, welche wegen großer Weichheit sich schwer schneiden lassen, erhärtet man vorher in Alkohol. Die meisten mikroskopischen Präparate müssen in einer Flüssigkeit liegend beobachtet werden. Für botanische Zwecke genügt dazu in den meisten Fällen Wasser. Zur größeren Aufhellung, und besonders wenn die Präparate dauernd aufbewahrt werden sollen, wendet man Glycerin an; Chlorcalciumlösung leistet ähnliche Dienste. Um die für die Beobachtung störende Luft aus einem Präparate zu entfernen, legt man dasselbe vorher kurze Zeit in Alkohol. Will man das Präparat sehr durchsichtig und besonders die Zellmembranen möglichst deutlich haben, so empfiehlt es sich, dasselbe vorher in Kalilösung zu legen. Für einige andere minder durchsichtige Objekte ist auch Canadabalsam, Mandelöl u. dergl. als Medium vortheilhaft. Um mikrochemische Prüfungen vorzunehmen, bedarf es endlich derjenigen chemischen Reagentien, mittelst deren wir unter dem Mikroskope die verschiedenen in den Pflanzenzellen vorhandenen Stoffe erkennen, worüber das Nähere in der Zellenlehre zu finden ist. Mikroskopische Präparate, die man für die Dauer aufheben will, müssen luftdicht verschlossen werden, d. h. man muß das Deckgläschen an den Rändern zukleben mit Asphaltlack oder Canadabalsam.

Zu gewissen Zwecken braucht der Botaniker auch noch mehrere Nebenapparate beim Mikroskope, deren wichtigste folgende sind: 1) Das Mikrometer, d. i. eine Vorrichtung zum Messen sehr kleiner Körper unter dem Mikroskop. Von diesen giebt es zwei Arten. Das Glasmikrometer ist eine kleine Glasplatte mit eingravirter Skala, auf welcher ein Millimeter in eine größere Anzahl Theile getheilt ist. Dasselbe wird so in das Mikroskop gelegt, daß man die Theilstriche und das Objekt zugleich erblickt, wobei man also leicht die Skalentheile, die das Objekt umfaßt, zählen kann. Das Schraubenmikrometer besteht aus einer Schraube, sogenannten Mikrometerschraube, deren Ganghöhe des Gewindes auf einem Umgang bekannt ist, und aus deren Umdrehung man daher die Fortbewegung der Schraube berechnen kann. Diese Schraube verschiebt den Objekttisch des Mikroskopes, so daß ein im Ocular angebrachtes Fadenkreuz erst den einen, dann den entgegengesetzten Rand des Objekts genau begrenzt; man findet also auf diese Weise den Durchmesser des Objekts. 2) Mikrospectralapparate oder Mikrospectroskope, welche den Zweck haben, die Spectralanalyse auch für mikroskopische Zwecke anzuwenden und daher gestatten müssen, das Objekt in dem durch ein Prisma entworfenen Spectrum des Sonnenlichtes zu beobachten. Sie werden jetzt so construirt, daß sie wie gewöhnliche Oculare dem Mikroskop aufgesetzt werden können. 3) Polarisationsapparat, d. i. eine Vorrichtung, um mikroskopische Objekte im polarisirten Lichte beobachten und sie auf ihre Doppelbrechung prüfen zu können, bestehend in einem Nicol'schen Prisma, welches

§. 7. unter dem Objekttische eingesetzt wird als Polarisator, und einem Ocular mit doppelt brechendem Prisma als Analysator. 4) Probeobjekte, d. s. mikroskopische Objekte, welche bei einer bestimmten Vergrößerung gewisse Details zeigen, die nur noch von den besseren Mikroskopen aufgelöst werden, während die weniger guten Instrumente sie nicht oder nur undeutlich wahrnehmen lassen. Solche Probeobjekte dienen daher dazu, die Leistung eines Mikroskopes zu beurtheilen. Für schwächere Vergrößerungen wendet man als Probeobjekte Schmetterlingsschuppen an, besonders die von Hipparchia Janira, welche Längsstreifen und bei stärkerer Vergrößerung auch Querstreifen erkennen lassen. Viel feinere Probeobjekte liefern die Diatomaceenschalen, besonders die von Pleurosigma angulatum, welche bei guten Mikroskopen drei unter schiefem Winkel sich schneidende Liniensysteme zeigen müssen, die unter den stärksten und besten Objektiven in helle sechseckige Punkte sich auflösen.

Die namhaftesten mikroskopischen Werkstätten waren bis Anfang der 60er Jahre die von Plößl in Wien und Schiek in Berlin, gegenwärtig die von Oberhäuser, jetzt Hartnack in Paris, Zeiß in Jena, Bénèche in Berlin und Merz in München.

Literatur: H. v. Mohl, Mikrographie oder Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops. Tübingen 1846. — Schacht, Das Mikroskop. 3. Aufl. Berlin 1862. — Dippel, Das Mikroskop. Braunschweig 1867—1872. — Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop. 2. Aufl. Leipzig 1876. — The Monthly Microscopical Journal. London seit 1869, erscheint in monatlichen Heften.

I. Theil.

Allgemeine Botanik.

I. Abschnitt.

Von der Bezeichnung der allgemeinen Merkmale der Pflanzen.

A. Von den Formen oder Gestalten der Pflanzen im Allgemeinen.

A. Allgemeine Begriffe. Die Formen oder Gestalten im Pflanzenreiche §. 8.
lassen sich nicht auf so bestimmte mathematische Flächen und Körper zurückführen, wie die Krystalle im Mineralreiche; sie können deshalb nur durch Vergleichung mit einfachen geometrischen Körpern oder mit anderen, aus der Erfahrung bekannten, ihnen mehr oder weniger ähnlichen Körpern oder Formen (durch Kelch, Glocke, Teller ꝛc.), genauer bezeichnet werden. Von genau regelmäßigen mathematischen Formen finden wir bei Pflanzenorganen etwa nur die Kugel- und Cylinderform bei manchen Zellen (§. 26.). Alle Pflanzentheile sind körperlich, d. h. sie haben eine Ausdehnung nach Länge, Breite und Dicke. Gewöhnlich ist eine dieser Ausdehnungen am größten, nämlich diejenige, in deren Richtung das stärkste Wachsthum stattfindet. Sie wird als die Längsrichtung des Organes, ein Schnitt, der in derselben geführt oder gedacht ist, Längsschnitt genannt. Rechtwinklig auf der Längsrichtung steht die Querrichtung, und ein in dieser gehender Schnitt wird Querschnitt genannt. Wenn man die Mittelpunkte aller Querschnitte eines Pflanzentheiles durch eine Linie verbunden denkt, so stellt diese Linie die Längsaxe desselben dar, und derjenige Längsschnitt, welcher durch diese Linie geht, heißt axiler Längsschnitt. Bei den allermeisten Pflanzentheilen sind die gegenüberliegenden Enden der Längsrichtung nicht einander gleich: wir unterscheiden ein Unten und Oben, die Basis oder den Grund, d. i. dasjenige Ende, mit welchem der Pflanzentheil mit seiner Unterlage in Verbindung steht oder an einem anderen Pflanzentheil befestigt ist, und die Spitze oder den Scheitel, d. i. das entgegengesetzte freistehende Ende. Nur bei wenigen Pflanzen läßt sich kein Unten und Oben unterscheiden, nämlich bei den Schizophyten, welche meist frei im Wasser schweben und bei ihrer kugeligen oder cylindrischen Gestalt an beiden Enden genau gleich sind und durch Furchung in der Richtung des Querschnittes genau in der Mitte sich theilen.

Die meisten Pflanzentheile sind so gestaltet, daß sie durch einen axilen Längsschnitt in zwei gleichartige rechte und linke Hälften getheilt werden können, deren Gestaltsverhältnisse in entgegengesetzter Richtung angeordnet sind, die sich also so verhalten, daß die eine das Spiegelbild der anderen ist. Dieses Verhältniß heißt bekanntlich Symmetrie[1], und alle solche Pflanzentheile können überhaupt symmetrische genannt werden. Es bezieht sich dies sowohl auf einzelne Organe für sich, wie Blatt, Wurzel ꝛc., als auch auf Verbindungen mehrerer Organe, wie die Blüten. Wenn sich ein Pflanzentheil durch mehr als einen, sogar durch viele in beliebiger Richtung geführte axile Längsschnitte symmetrisch theilen läßt, so nennt man ihn polysymmetrisch[2] oder actinomorph[3]; gewöhnlich

1) Σύμμετρος verhältnißmäßig. 2) zusammengesetzt aus πολύς viel und σύμμετρος symmetrisch. 3) zusammengesetzt aus ἀκτίς Strahl und μορφή Gestalt.

§. 8. bezeichnete man früher dieses Verhältniß als regelmäßige Pflanzenform, wie es besonders für diejenigen Blüten (Fig. 1.) üblich war, die unter diese Bezeichnung fallen. Auch die mit Blattquirlen oder gegenständigen Blättern oder

Fig. 1.
Regelmäßige oder actinomorphe Blumenkrone des Eibisch (Althaea officinalis).

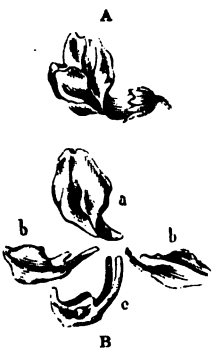


Fig. 2.
A **Schmetterlingsblüte der Frühlings-Walderve** (Orobus vernus).
B Dieselbe in ihre Theile zerlegt: **a** Fahne (vexillum); **b** Flügel (alae); **c** Kiel (carina). Nur ein einziger Schnitt, welcher Fahne und Kiel halbirt, theilt auch die Blüte in zwei gleiche Hälften, daher **zygomorph.**

Fig. 3.
Lippenblüte des gemeinen Dosten (Origanum vulgare) vergrößert.
Nur ein einziger Schnitt durch die Achse, welcher Ober- u. Unterlippe in 2 gleiche Theile theilt, theilt auch die ganze Blüte in 2 gleiche Theile; daher **zygomorph.**

mit Aesten von solcher Stellung versehenen Stengel sowie die meisten Wurzeln, wenn sie normal und vollständig gebildet sind, geben Beispiele für diese Pflanzenform. Viele Organe lassen sich aber nur durch einen einzigen axilen Längsschnitt in der Weise theilen, daß sich die Hälften zu einander wie ihr Spiegelbild verhalten, so wie der menschliche Körper nur in einer einzigen Richtung in eine rechte und linke Hälfte getheilt werden kann. Man kann diesen Längsschnitt den Hauptschnitt nennen. Dieses trifft bei den meisten Blättern zu, wenn man von sehr kleinen Ungleichheiten der Nervatur, der Ränder ꝛc. absieht: nur der durch die Mittelrippe rechtwinklig zur Blattfläche geführte Schnitt theilt das Blatt in 2 symmetrische Hälften. Dasselbe gilt von manchen Blüten, wie z. B. von der Schmetterlingsblüte (Fig. 2.) und von der Lippenblüte (Fig. 3.). Solche Pflanzenformen nennt man einfach symmetrisch (monosymmetrisch) oder zygomorph[1], oder wie es früher für die Blüten dieser Art üblich war, unregelmäßig. Endlich giebt es auch Pflanzentheile, welche sich gar nicht symmetrisch theilen lassen, und darum unsymmetrisch oder asymmetrisch[2] heißen, wie es das Blatt von *Begonia* (Fig. 4.) und viele Blätter von *Morus* (Fig. 5.) und verwandten Gattungen im stärksten Grade zeigen. Der blattförmige Thallus von *Marchantia* und anderen Lebermoosen, so wie der Laubflechten ist fast nie symmetrisch. Auch Stengel, an welchen die Blätter in einer Spirallinie angeordnet sind, wie z. B. die Fichtenzapfen, die Blattrosetten von *Sempervivum* ꝛc., müssen streng genommen zu den asymmetrischen gerechnet werden.

An den einfach symmetrischen und auch an vielen asymmetrischen Blättern, Stengeln und Thallussprossen besteht ein Gegensatz zweier Seiten: man kann durch einen Längsschnitt das Organ in zwei ganz verschiedene Hälften zerlegen, die man je nach den Umständen als Ober- und Unterseite, oder Außen- und Innenseite, Licht- und Schattenseite und dergl. unterscheidet. Bei den einfach

1) Zusammengesetzt aus ζυγόν Joch und μορφή Gestalt. 2) α privativum und σύμμετρος symmetrisch.

§. 8.

Fig. 4.
Asymmetrisches Blatt eines **Schiefblattes** (Begonia).

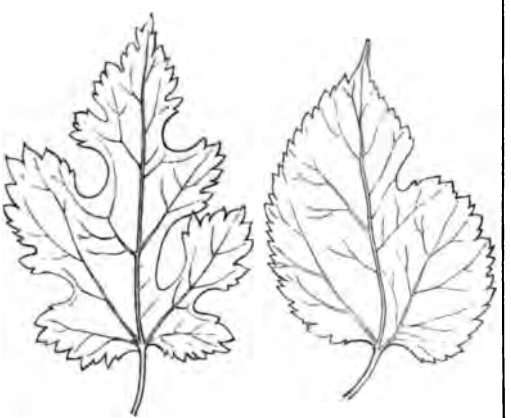


Fig. 5.
Verschiedene Formen des asymmetrischen Blattes des **weißen Maulbeerbaumes** (Morus alba).

Fig. 7.
Abendländischer Lebensbaum (Thuja occidentalis).

Ein Zweig, von plattgedrückter Form, mit schuppenfgen, angewachsenen, gegenständigen Blättern bedeckt, mit zwei Seitenzweiglein. Darunter ein Querschnitt stärker vergrößert, zeigt die **bilaterale** Beschaffenheit. Die Oberseite o mit glänzender Oberhaut und darunter liegendem dunkelgrünen Gewebe. Die Unterseite u matt und blaßgrün; bloß an dieser Seite hat die Oberhaut Spaltöffnungen. Im Centrum das Holzbündel durchschnitten.

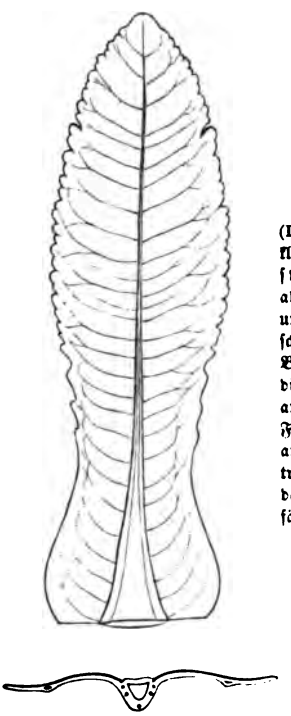


Fig. 6.
Blatt der **Weberkarde** (Dipsacus fullonum), verkleinert, zeigt einfach symmetrische Form, aber auch, an dem darunter stehenden Querschnitt, seine **bilaterale** Beschaffenheit, weil, wie dies auch an den meisten anderen Laubblättern der Fall ist, die Rippen nur auf der Unterseite hervortreten, und die Oberseite das am stärksten grün gefärbte Gewebe enthält.

Fig. 8. **Riccia glauca.**

A Ein rosettenfg auf der Erde aufgewachsener blattfger Thallus, wenig vergrößert.
B Durchschnitt durch denselben, etwa 40fach vergrößert, um seine **bilaterale** Beschaffenheit zu zeigen: die Unterseite trägt allein die schuppenartigen Blättchen b und Wurzelhaare r und besteht aus ziemlich farblosem Zellgewebe, während die kahle Oberseite aus dichterem, grünem Gewebe besteht und außerdem bei a und k die Geschlechts- und Fruchtorgane erkennen läßt. v die Spitze des Thallus, wo der Vegetationspunkt liegt.

symmetrischen Formen steht dieser Längsschnitt stets rechtwinklig auf dem Hauptschnitt, so daß also an jeder der beiden Seiten die Symmetrie ungestört bleibt. Fig. 6, 7 und 8 versinnlichen diese Verhältnisse. Man kann alle solche Pflanzentheile zweiseitig oder bilateral[1]) nennen. Die Bilateralität tritt mehr oder minder deutlich schon im äußeren Aussehen hervor, wenn z. B. nur die eine Seite mit Wurzeln, Wurzelhaaren oder anderen Anhängseln versehen ist, oder nur auf der einen Seite Rippen hervortreten oder Haare vorhanden sind oder Farbe und Glanz an beiden Seiten verschieden sind. Viel schärfer ist oft durch den inneren Bau der beiden Hälften die Bilateralität zum Ausdruck gebracht, wie auch aus den Figuren 7 und 8 entnommen werden kann. Bisweilen ist die Bilateralität nur im inneren Bau zu erkennen; so z. B. an vielen horizontal gewachsenen Baumästen, die zwar einen ziemlich gleichförmigen kreisrunden Querschnitt haben, auf diesem aber das Mark nicht im geometrischen Centrum, sondern der oberen Seite genähert zeigen, indem alle ringförmig um das Mark gelagerten Gewebeschichten an der unteren Seite am dicksten, an der oberen am schwächsten sind (Fig. 9.). Hier ist der organische Mittelpunkt vom geometrischen zu unterscheiden, indem er excentrisch liegt, und darum muß der axile Längsschnitt hier auch durch den organischen Mittelpunkt gelegt werden. Sehr häufig besteht, wie soeben angedeutet wurde, eine bestimmte Beziehung der zweiseitigen Form zur Richtung der Unterlage, der Horizontale oder des Lichtes, worüber die Physiologie näher belehrt.

Fig. 9.
Querschnitt eines horizontalen Astes vom Eibenbaum (**Taxus baccāta**), a die Ober-, b die Unterseite, zeigt den inneren **bilateralen** Bau, indem die Jahresringe des Holzes an der Unterseite am stärksten sind, so daß das Mark excentrisch, der Oberseite genähert ist.

§. 9. **B. Bezeichnungen der Längs-, Flächen- und Körpergebilde.** Je nachdem von den Ausdehnungen nach Länge, Breite und Dicke eine oder zwei oder keine bedeutend vorherrscht, erscheinen uns die Pflanzentheile linienförmig oder als Längsgebilde, wie die meisten Wurzeln, Stengel und Blattstiele, oder flächenförmig oder als Flächengebilde, wie die meisten Blätter, oder körperlich oder als Körpergebilde, wie z. B. Knollen, Früchte, Samen 2c.

1) Zusammengesetzt aus bis doppelt und latus Seite.

I. Die **linienförmigen** oder **Längsgebilde** unterscheiden wir nach der Form der Querdurchschnitte.

Alle Querdurchschnitte sind umgrenzt (Fig. 10.)

- mit krummen Linien und zeigen
  - kreisrunde Querflächen ..... **stielrund** oder **walzig** (a).
  - halbkreisrunde Querflächen ..... **halbstielrund** (b).
  - länglichrunde od. elliptische Querflächen **zusammengedrückt** (c).
  - krummlinige Zweiecke ..... **zweischneidig** (d).
- mit geraden Linien; also mit ebenen Seiten
  - mit stumpfen Kanten = **seitig** (— gonus).
    - Seitenzahl 3: **dreiseitig** (trigōnus b).
    - „ 4: **vierseitig** (tetragōnus).
    - „ 5: **fünfseitig** (pentagōnus).
    - „ 6: **sechsseitig** ꝛc. (hexagōnus etc.).
  - mit scharfen Kanten = **eckig** (— queter).
    - Seitenzahl 3: **dreieckig** (triquĕter).
    - „ 4: **viereckig** (quadriquĕter).
    - „ 5 od. mehre: **fünfeckig, sechseckig** ꝛc.
- mit schwach einwärts gebogenen Linien; also mit vertieften Seiten: = **kantig** (— angulāris).
  - Seitenzahl 3: **dreikantig** (triangulāris e).
  - „ 4: **vierkantig** (quadrangul. f u. g).
  - „ 5 ꝛc.: **fünfkantig** ꝛc. (quinquangul.).

Eckig und kantig, z. B. dreieckig und dreikantig, so wie viereckig und vierkantig ꝛc. wird jedoch oft ohne Unterschied gebraucht.

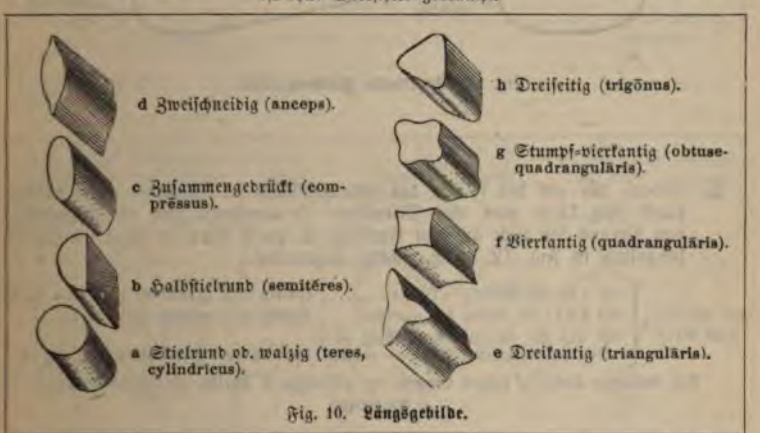


Fig. 10. **Längsgebilde.**

II. Die **flächenförmigen Gebilde** oder **Flächengebilde** unterscheiden wir gleichfalls nach dem Umrisse. Wir berücksichtigen dabei §. 10.

1) den **ganzen** Umriß und zwar:

A. Indem wir uns alle äußeren Punkte durch eine Linie verbunden denken.

- Die Querdurchmesser alle gleich lang (wie bei der Endfläche in Fig. 10 a, orbiculāris) ..... **kreisrund.**
- Die Querdurchmesser von verschiedener Länge.
  - Größter Querdurchmesser in der Mitte.
    - Etwa 2 mal so lang als breit (eine kurze Ellipse bildend) ..... **elliptisch** oder **oval** (Fig. 11, a).
    - Etwa 3—4 mal so lang als breit (eine langgezogene Ellipse bildend) ..... **länglich** (Fig. 11, b).
  - Größter Querdurchmesser nicht in der Mitte, sondern
    - im untern Drittel (von der Basis aus).
      - Länger als 2 mal länger ..... **eiförmig** (Fig. 11, c).
      - 2 mal als breit. 3—4 mal länger... **lanzettlich** (Fig. 11, d).
      - Halb so lang als breit, oben abgerundet, unten mit ausgerandetem Ausschnitte.... **nierenförmig** (Fig. 11, f).
    - im obern Drittel (vom Scheitel aus).
      - Länger als breit, nach oben verschmälert.
        - 2 mal so lang als breit.... **verkehrt-eiförmig** (Fig. 11, c umgekehrt gedacht).
        - 3 mal so lang als breit, oben abgestutzt.... **keilig** oder **keilförmig** (Fig. 11, d umgekehrt).
      - Länger als breit, nach unten auffallend in ein schmäleres Stück übergehend, nach oben verbreitert und abgerundet. **spatelig** (Fig. 11, e).

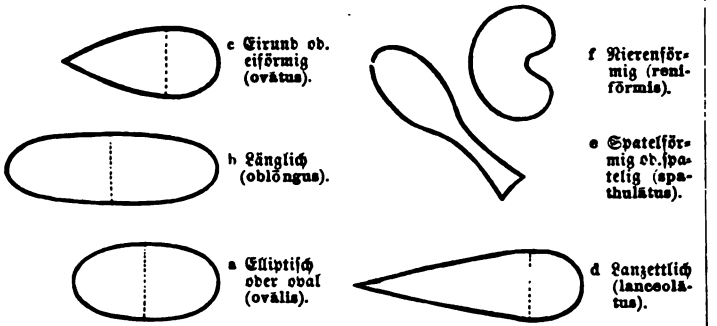


Fig. 11. **Ungetheilte Flächengebilde.**

§. 11. B. Indem wir auf der Fläche des Pflanzentheils in Gedanken einen Mittelpunkt (Fig. 12, e) oder eine Mittellinie (f) annehmen und die Entfernung von hieraus bis zum äußeren Umfange in zwei Theile theilen (Theilungslinie in Fig. 12. durch Punkte angedeutet).

Die Theilung geht herab
- bis auf die Mitte (— fissus)..... **spaltig** oder **gespalten** (Fig. 12, a u. d).
- bis über die Mitte (— partītus).... **theilig** oder **getheilt** (Fig. 12, b).
- bis auf die angenommene Linie oder den angenommenen Punkt (— sectus). **schnittig** oder **zerschnitten** (Fig. 12, c).

Die einzelnen Stücke a heißen **Lappen**, die getheilten b **Theile**, die zerschnittenen c **Abschnitte**.

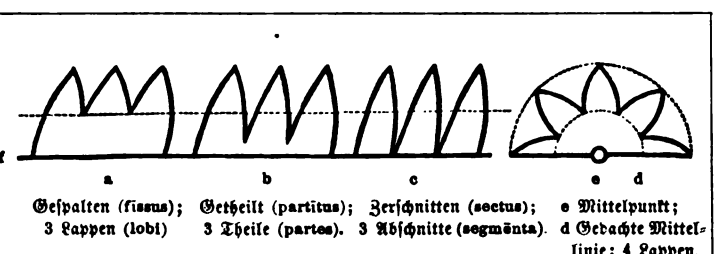


Fig. 12. **Getheilte Flächengebilde.**

§. 12. 2) Wir berücksichtigen außer dem ganzen Umrisse (§. 10.) ferner 1) den Umriß des **Grundes** (basis) oder desjenigen Theils, mit welchem ein Pflanzentheil befestigt ist (bei einem Blatte z. B. den Theil über dem Blattstiele) und 2) die **Spitze** (apex) oder denjenigen Theil, welcher dem Grunde entgegengesetzt ist. (Die punktirten Linien in Fig. 13. bezeichnen Winkel von 90°).

A. Nach dem Umriſſe der **Spitze** unterſcheiden wir (Fig. 13, a—g):

- **Spitze mit einem Winkel und zwar**
  - mit einſpringendem Winkel.
    - Winkel ſpitz ..... **ausgeſchnitten** (a).
    - Winkel ausgerandet ..... **ausgerandet** (b).
  - mit ausſpringendem Winkel.
    - Schenkel auswärts gebogen, bilden einen Winkel
      - von 90°. **ſpitz** (e).
      - unter 90° **zugeſpitzt** (g).
    - Schenkel einwärts gebogen, bilden einen Winkel von 90° oder darüber. **ſtachelſpitzig** (f).
- **Spitze ohne Winkel.**
  - Spitze gerade abgeſtumpft ..... **geſtutzt** (c).
  - Spitze rundlich abgeſtumpft ..... **abgerundet** (d).

B. Nach dem Umriſſe des Grundes (Fig. 13, h—o):

- **Grund mit einem Winkel und zwar**
  - mit einſpringendem Winkel.
    - Winkel ſpitz.
      - Lappen abgerundet ..... **herzförmig** (h).
      - Lappen ſpitz u. nach unten gerichtet **pfeilförmig** (i).
    - Winkel ſtumpf.
      - Lappen gerundet; Fläche breiter als lang ..... **nierenförmig** (k).
      - Lappen ſpitz und nach außen gerichtet..... **ſpießförmig** (l).
  - mit ausſpringendem Winkel
    - unter 90° ..... **zugeſpitzt** (o).
    - von 90° ..... **ſpitz** (n).
- **Grund ohne Winkel, rundlich abgeſtumpft** ..... **abgerundet** (m).

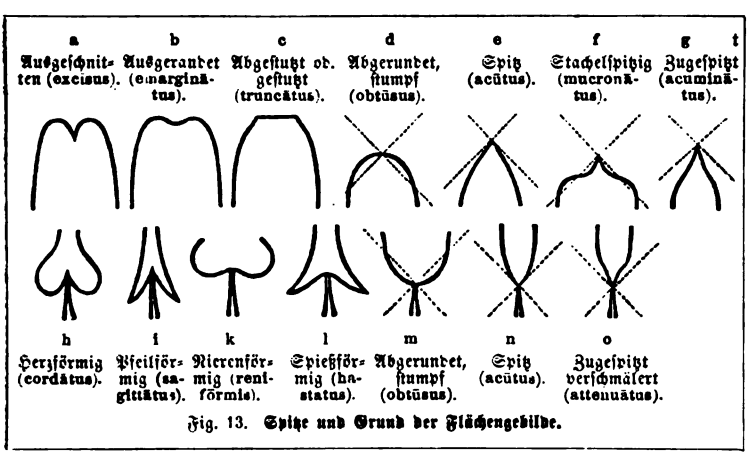
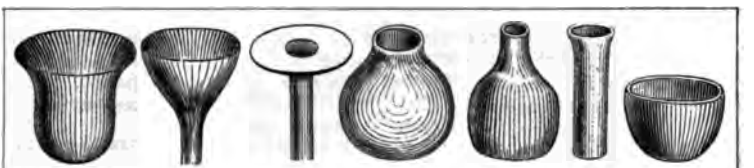


Fig. 13. **Spitze und Grund der Flächengebilde.**

III. **Körperförmige Gebilde** oder **Körpergebilde,** bei welchen Länge, Breite und Dicke berückſichtigt werden. §. 13.

1) Hohle Körperformen (Fig. 14.):

- **Höhlung überall von faſt gleicher Weite** ..... **röhrig** (f).
- **Höhlung mit ſehr verſchiedener Weite,**
  - oben (am Saume) plötzlich verengt (einen Hals bildend).
    - Hals kurz..... **krugförmig** (d).
    - Hals lang ..... **flaſchenförmig** (e).
  - oben erweitert,
    - unten mit kürzerer oder längerer Röhre,
      - nach oben allmählich erweitert, einem umgekehrten, hohlen Kegel ähnlich ..... **trichterig** (b).
      - nach oben plötzlich in einen flach ausgebreiteten Saum erweitert, unten mit ziemlich gleich dicker Röhre..... **präſentirteller-** od. **tellerförmig** (c).
    - unten ohne Röhre,
      - eine oben offene, vertiefte Halbkugel bildend ..... **becherförmig** (g).
      - einer Glocke ähnlich..... **glockenförmig** oder **glockig** (a).



a	b	c	d	e	f	g
Glockig oder glockenförmig (campanulātus).	Trichterig od. trichterförmig (infundibuliformis).	Präſentirtellerförmig (hypocrateriformis).	Krugig oder krugförmig (urceolātus)	Flaſchenförmig (lagenaeformis).	Röhrig (tubulōsus).	Becher- oder napfförmig (cupulaeformis).

Fig. 14. **Körpergebilde.**

§. 14. 2) Solide (d. h. nicht hohle) Körperformen:

- **Nur von einer krummen Fläche eingeſchloſſen,**
  - **ohne Stiel.**
    - Alle Durchſchnitte gleichgroße Kreisflächen (wie die Endfläche von Fig. 10, a)...(globōsus) **kuglig.**
    - Querdurchſchnitt länger (niedergedrückt-kuglich im Umriſſe wie die Endfläche in Fig. 10, c) (sphaeroīdēus) **ſphäroïdiſch.**
    - Längendurchſchnitt länger und daher um dieſen gedrehet überall als Ellipſe im Umriſſe erſcheinend (wie Fig. 11, a).....(ellipsoīdēus) **ellipſoïdiſch.**
  - **mit Stiel.**
    - Körper mehr oder weniger kuglig und die Durchſchnitte mehr od. weniger kreisrund (capitātus) **kopfig** oder **kopfförmig.**
    - Körper im Längsdurchſchnitt ellipſoïdiſch und allmählich in den Stiel verdünnt.....(clavātus) **keulig** oder **keulenförmig.**
    - Körper einer Birne od. Feige ähnlich (piriformis) **birnförmig.**
- **Mit einer oder mehreren ebenen Flächen.**
  - Mit einer ebenen, runden Endfläche und einer krummen Seitenfläche (Längendurchſchnitt ein gleichſchenkeliges Dreieck).....(conīcus) **kegelig** od. **kegelförmig.**
  - **Mit zwei ebenen Endflächen und einer krummen Seitenfläche (Längendurchſchnitte viereckig, Querdurchſchnitte kreisrund).**
    - Endflächen kreisrund, flach und vielmal kleiner als die gekrümmten Seitenflächen.....(cylindrīcus) **walzig** od. **walzenförmig** oder **ſtielrund** (Fig. 10, a).
    - Endflächen kreisrund, flach und viel größer.
      - Einem dünnen Querabſchnitte einer Walze ähnlich (placentiformis) **kuchenförmig.**
      - Ebenſo, aber von ſehr geringer Dicke...(discīformis) **ſcheibenförmig.**
  - Mit mehreren ebenen Flächen,
    - einem Würfel ähnlich.... (tessulāris) **kubiſch** od. **teſſulariſch** oder **würflig.**
    - einer kantigen Säule ähnlich...(prismaticus) **prismatiſch.**

§. 15. **C. Stellung der Pflanzentheile.** Die meiſten Pflanzenkörper zeigen uns eine Mehrzahl von Organen, welche mit einander verbunden, eines aus dem anderen entſpringen. In dieſer gegenſeitigen Anordnung der Theile finden wir überall beſtimmte Verhältniſſe, welche durch Worte bezeichnet werden müſſen. Ueberhaupt heißt ein Pflanzentheil, inſofern von ihm andere entſpringen, das Hauptorgan, und jene die Seitenglieder oder ſeitlichen Glieder oder ſeitlichen Organe. Wenn gleichartige Theile aus einander entſpringen, z. B. Wurzeln aus einer Wurzel, Stengel aus einem Stengel, Thallusſproſſe aus einem Thallus, ſo kann man dieſen beſonderen Fall als Verzweigung bezeichnen und nennt jeden ſolchen Pflanzentheil verzweigt (ramōsus), während alle Theile, aus denen keine gleichartigen Glieder entſpringen, einfach oder unverzweigt (simplex) heißen. Derjenige Pflanzentheil, welcher an einem andern gleichartigen Theile ſitzt, heißt im Verhältniß zu dieſem deſſen Zweig (ramus). Den urſprünglichen Theil, von welchem Zweige ausgehen, bezeichnet man durch Verbindung mit dem Worte Haupt, z. B. Hauptwurzel, Hauptſtengel oder Hauptachſe ꝛc., und wenn aus Zweigen wieder Zweige entſpringen, ſo kann man von Zweigen erſter, zweiter ꝛc. Ordnung reden oder bezeichnet wohl auch die aus einander entſpringenden Organe als primäre, ſecundäre u. ſ. w. (primarius, secundarius etc.).

I. Bei der **Verzweigung** unterscheiden wir folgende Arten (Fig. 15.), von §. 16.
denen jedoch nur die beiden ersten principiell verschieden sind, die übrigen dagegen aus diesen beiden Formen abzuleiten sind:

1) Seitliche oder monopodiale[1] Verzweigung, Monopodium (Fig. 15, A) heißt eine Verzweigung, bei welcher das Hauptorgan unterhalb seines Scheitels, an seinen Seiten Zweige hervorbringt. Letztere sind dann gewöhnlich auch mit ihren Längsachsen schief oder quer zum Hauptorgan gestellt und häufig von geringerer Dicke, auch wohl von geringerer Länge als jenes.

Fig. 15.

Formen der Verzweigung.

A. **Monopodiale Verzweigung.** Erlenstämmchen mit Zweigen, verkleinert.
B. **Dichotomie.** Sproß von *Lycopodium complanatum*, mehrmals dichotom verzweigt. Der rechte Zweig beginnt an seiner Spitze sich abermals dichotom zu theilen.
C. **Falsche Dichotomie,** bei Umbelliferen. a a Hauptachse; b b Zweige, die aus der Achsel eines Blattes, also monopodial entstanden sind, aber die Stärke der Hauptachse angenommen und dieselbe zur Seite gedrängt haben, mit ihr eine Gabel bildend.
D. **Falsche Dichotomie,** bei der Mistel (*Viscum album*). a Die Hauptachse, deren Endknospe t nicht fortwächst, weil eine Blüte sich aus ihr entwickelt; dafür sind die unter derselben monopodial entstandenen Zweige b b allein und einander gleich entwickelt, eine Gabel bildend; auf ihnen abermals bei t t Endknospen, die sich ebenso verhalten.
E. **Dreitheilige (trichotome) Verzweigung,** am Blütenstand des Baldrians (*Valeriāna officinālis*), indem die Hauptachse zwei gegenüberstehende, ihr gleich starke Zweige trägt.
F. **Sympodium,** schematische Darstellung seines Zustandekommens: die Hauptachse a hört auf weiterzuwachsen, ein ihr gleichstarker aus der Achsel eines Blattes, also monopodial entstandener Zweig b übernimmt die Fortsetzung, erleidet dann dasselbe Schicksal, so daß sein Seitenzweig c die weitere Verlängerung übernimmt. Die Stücke a, b, c bilden dann scheinbar eine Achse.

1) Zusammengesetzt aus μόνος einzig und πούς Fuß.

2) Dichotomische Verzweigung oder Dichotomie[1] (Fig. 15, B) kommt zu Stande, wenn der Scheitel des Organes seine bisherige Wachsthumsrichtung aufgiebt und sich in zwei neue Scheitel theilt, welche in zwei divergirenden neuen Richtungen fortwachsen und also zwei gabelförmige Zweige bilden, die gewöhnlich einander und dem Hauptorgane an Stärke gleich sind. Pflanzentheile mit solcher Verzweigung heißen dichotomisch oder gabelig (dichotŏmus[2] oder furcatus[3]); doch wird diese Bezeichnung auch wohl oft für die unter 3) aufgeführten Fälle angewendet.

3) Falsche Dichotomie entsteht aus monopodialer Verzweigung auf zweierlei Art: entweder (Fig. 15, C.) wenn ein unterhalb des Scheitels des Hauptorganes entstandener Zweig sich so kräftig entwickelt, daß er dem Stücke des Hauptorganes, welches oberhalb seiner Basis steht, in Stärke und Länge gleich wird und dieses etwas aus der bisherigen Richtung zur Seite drängt, so daß Zweig und Hauptorgan scheinbar zwei gleichwerthige Gabelzweige darstellen. Oder (Fig. 15, D.) wenn unterhalb des Scheitels des Hauptorganes zwei gegenüberstehende Zweige sich bilden, welche nahezu die gleiche Stärke des Hauptorganes erreichen, während letzteres oberhalb dieser Stelle zu wachsen aufhört, z. B. indem es zu einer Blüte oder zu einer nicht entwickelungsfähigen Knospe wird. Wenn statt zweier Zweige mehrere auf gleicher Höhe entspringende monopodial gebildete auftreten, so entsteht eine Polytomie[4]. Hierher gehört auch der mögliche Fall, daß zwischen den beiden falschen Gabelzweigen das Hauptorgan in einer jenen beiden gleichen Form und Stärke fortwächst, so daß das Hauptorgan scheinbar in drei gleiche Glieder sich zertheilt, was als dreitheilig (trichotŏmus) bezeichnet wird (Fig. 15, E.).

4) Sympodiale[5] Verzweigung kann sich sowohl aus einer monopodialen wie aus einer dichotomen Verzweigung bilden. Im ersteren Falle (Fig. 15, E.) nimmt ein Seitenzweig die Stärke des Hauptorganes an und drängt das auf ihn folgende Stück des letzteren zur Seite, welches dann schwächer sich entwickelt oder verschwindet, so daß der Zweig scheinbar die Verlängerung des Hauptorganes ist. Der obere Theil des Zweiges wird dann wieder durch einen von ihm entspringenden Zweig ersetzt u. s. f., so daß eine sogenannte Scheinaxe (sympodium[6]) zu Stande kommt, welche eben nur scheinbar gleichartig, in Wahrheit aus verschiedenen Verzweigungsgraden zusammengesetzt ist. Aus einer Dichotomie kann eine sympodiale Verzweigung werden, wenn allemal der eine Gabelzweig unterdrückt wird, der andere um so kräftiger sich entwickelt.

§. 17. II. Wenn an einem Pflanzentheile seitliche Organe entspringen, die ihm ungleichartig sind, wie Blätter an Stengeln, Haare an Wurzeln, Stengeln oder Blättern, so geschieht dies immer wie eine seitliche oder monopodiale Verzweigung, d. h. die neuen Organe treten unter dem Scheitel des Hauptorganes, an der Seite desselben hervor. Ein Pflanzentheil erzeugt fast immer eine Mehrzahl seitlicher Organe, weil er meist in die Länge wächst und an seinen Seiten die Bedingungen zur Erzeugung solcher Glieder sich wiederholen. Diejenige Stelle der Oberfläche des Hauptorganes, welche von der Basis des seitlichen Gliedes bedeckt ist, heißt die Insertionsfläche[5] des letzteren. Denkt man sich eine durch die Axe des Seitengliedes gehende Ebene, welche dieses symmetrisch theilt und zugleich die Axe des Hauptorganes enthält, so hat man die Mediane des Seitengliedes. Zur Orientirung über die gegenseitigen Stellungen der seitlichen Glieder muß die Mediane derselben berücksichtigt werden. Wenn nämlich zwei seitliche Glieder an verschiedenen Stellen des Hauptorganes stehen, so sind überhaupt zwei Fälle denkbar: Entweder ihre Insertionspunkte liegen gerade über einander, ihre Medianen fallen zusammen; zwei oder mehrere Seitenglieder von dieser Stellung bilden eine gerade Reihe oder Orthostiche[6]. Oder ihre Insertionen liegen nicht gerade über einander, ihre Medianen schneiden sich unter irgend einem Winkel. Dieser heißt die Divergenz[7] und wird gewöhnlich in Bruchtheilen des Umfanges des Hauptorganes angegeben.

---

1) Διχοτόμος in zwei (δίχα zweifach) Theile schneidend (τέμνω). 2) von furca Gabel. 3) zusammengesetzt aus πολύς viel und τέμνω theilen. 4) zusammengesetzt aus σύν ganz, vereint und πούς Fuß. 5) inserĕre einfügen. 6) zusammengesetzt aus ὀρθός gerade und στίχος Reihe. 7) zusammengesetzt aus dis auseinander und vergĕre wenden.

Nach der Anordnung der seitlichen Glieder am Abstammungsorgan nennen wir sie: 1) quirlständig oder wirtelständig (verticillatus, Fig. 16 u. 18.), wenn mehrere an einer Querzone desselben, also auf gleicher Höhe stehen und sich dabei im Umfange gleich vertheilen, so daß sie alle gleichweit von einander abstehen und den Umfang des Abstammungsorganes in gleiche Theile theilen. Eine solche Stellung heißt ein Quirl oder Wirtel (verticillus); 2) spiralig oder vereinzelt oder zerstreut (sparsus, Fig. 17.), in der beschreibenden Botanik gewöhnlich als wechselständig (alternus) bezeichnet, wenn auf einer Querzone des Abstammungsorganes allemal nur ein Seitenorgan, also jedes auf einer anderen Querzone sich befindet, und dabei jedes höhere dem vorangehenden immer nach derselben Richtung hin um einen bestimmten gleichen Divergenzwinkel ausweicht, so daß also die Linie, welche ihre Insertionen verbindet, eine Spirale ist; 3) aspiral, womit wir alle übrigen möglichen Stellungen bezeichnen, bei denen entweder die seitlichen Glieder nur einseitig, nicht um den ganzen Umfang des Hauptorganes angefügt sind, oder wenn letzteres der Fall ist, es doch nicht möglich ist, alle Insertionen durch Kreise oder Spiralen, wie in den beiden vorigen Fällen, zu verbinden.

Fig. 16.
Quirlständige Stellung der Blätter am Stengel von *Lysimachia vulgaris*, dreigliederige Quirle bildend.

Fig. 17.
Zerstreute oder **wechselständige Stellung** der Blätter am Zweige einer Weide.

§. 18.

A. Quirle. Nach der Zahl der Glieder, welche den Quirl bilden (Fig. 16 u. 18.), bezeichnet man denselben als zwei-, drei-, vier-, fünf- ꝛc. bis vielgliederig. Wenn der Wirtel nur aus 2 diametral gegenüberstehenden Gliedern besteht, so nennt man die letzteren gegenständig oder opponirt (oppositus, Fig. 18.). Man spricht von einem echten Quirl, wenn die seitlichen Glieder schon bei ihrer Entstehung auf derselben Querzone des Hauptorganes erscheinen. In einigen Fällen aber stehen sie anfangs nicht in gleicher Höhe, aber später wird der Unterschied unmerklicher oder sie

verſchieben ſich ſo, daß ſie in eine und dieſelbe Querzone zu ſtehen kommen; dies heißt ein unechter oder Scheinquirl (z. B. Blätter der Schafthalme). Wenn an einem Organ mehrere Quirle aufeinander folgen, ſo ſteht meiſt jeder über dem nächſt vorhergehenden ſo, daß ſeine Glieder gerade über die Mitte der Zwiſchenräume der Glieder dieſes fallen, alſo immer jeder dritte wieder gerade über dem erſten ſteht; ſo daß alſo doppelt ſo viel Orthoſtichen zu Stande kommen, als jeder Quirl Glieder zählt. Zwei aufeinander folgende Quirle, deren einer mit den Medianen ſeiner Glieder in dieſer Weiſe die Divergenzwinkel der Glieder des anderen halbirt, heißen alternirend, zwei Quirle aber, deren Glieder in dieſelbe Mediane fallen, ſuperponirt[1]. Es giebt wenig Fälle, z. B. in den Blätterquirlen mancher Blüten, wo zwei unmittelbar auf einander folgende Wirtel ſuperponirt ſind. Bei zweigliederigen Quirlen, alſo bei opponirter Stellung, bedingt das Alterniren der ſich folgenden Paare, daß die letzteren rechtwinklig ſich kreuzen, was man als gekreuzte oder decuſſirte[2] Stellung bezeichnet (Fig. 18.). Sehr ſelten iſt es, daß zweizählige Quirle nicht um die Hälfte der Divergenz ihrer Glieder, ſondern um einen anderen Bruchtheil, z. B. um $^1/_3$ verſchoben ſind, ſo daß alſo dreimal ſo viel Orthoſtichen zu Stande kommen als jeder Quirl Glieder zählt.

§. 19. B. Spiralſtellungen. Wenn an einem Pflanzentheile ſeitliche Glieder in Mehrzahl ſo ſtehen, daß auf einer und derſelben Höhe allemal nur eins derſelben ſich befindet, ſo ſehen wir wiederum in den allermeiſten Fällen die ſeitlichen Glieder rings um das Hauptorgan gleichförmig vertheilt, d. h. jedes weicht dem nächſt vorhergehenden um eine gleiche Divergenz aus und ſämmtliche Inſertionen laſſen ſich ſomit von unten nach oben, zum jedesmal nächſt höheren fortſchreitend, durch eine Spirale verbinden. Es ergeben ſich hierbei eine Reihe rein mathematiſcher Betrachtungen, welche zum Verſtändniſſe dieſer Stellungen erforderlich ſind. Zur Verdeutlichung dieſer Verhältniſſe diene Fig. 19., welche ſchematiſch an einem durchſichtig gedachten cylindriſchen Hauptorgan die Anſätze der Seitenglieder bei vereinzelter Stellung derſelben verſinnlicht. Verbinden wir von unten nach oben fortſchreitend die Inſertionen der aufeinander folgenden ſeitlichen Glieder durch eine Linie (die in der Figur angebracht iſt), ſo muß nothwendig eine Spirale entſtehen. Dieſe heißt die Grundſpirale. Selbſtverſtändlich kann

Fig. 18.
Zweigliederige Quirle oder **gegenſtändige Stellung** der Blätter am Stengel von *Stachys palustris*, die aufeinanderfolgenden Quirle oder Blattpaare in gekreuzter (decuſſirter) Stellung.

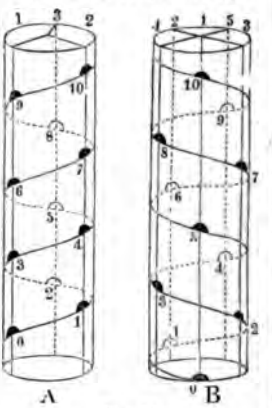


Fig. 19.
Schematiſche Conſtruction der vereinzelten Stellung ſeitlicher Organe an einer durchſichtig gedachten Axe, wo 0, 1, 2, 3 ꝛc. die aufeinanderfolgenden Inſertionen bedeuten, welche durch die Grundſpirale verbunden ſind. Außerdem ſind die ſenkrecht übereinanderſtehenden Inſertionen durch die Orthoſtichen verbunden.
A mit $^1/_5$-Stellung in linksläufiger Spirale.
B mit $^2/_5$-Stellung in rechtsläufiger Spirale.

1) Zuſammengeſetzt aus super über und ponĕre ſetzen.
2) decussāre (von decŭssis die Zahl Zehn) in Geſtalt eines X oder kreuzweis abtheilen.

man sie in zwei Richtungen um das Hauptorgan gelegt denken, je nachdem man den kurzen oder den langen Weg bis zur nächsten Insertion wählt. Man benutzt zu diesen Constructionen immer den kurzen Weg. Unter dieser Annahme kann nun die Grundspirale je nach der Stellung jedes nächsten Seitengliedes in der einen oder anderen Richtung, also rechts- oder linksum aufsteigen. Links und rechts wird hierbei in der Weise bestimmt, daß man sich in die Axe des Organes aufrecht stehend versetzt denkt und nachsieht, nach welcher Körperseite man sich wenden muß, um die aufsteigende Grundspirale zu verfolgen. Darnach ist also die Wendung in Fig. A. links, in Fig. B. rechts. Man bezeichnet hiernach die Grundspirale als *linkswendig* oder *linksläufig* und als *rechtswendig* oder *rechtsläufig*. Wenn man die Grundspirale der Seitenglieder an den Zweigen eines verzweigten Organes mit der am Hauptorgane vergleicht oder auch die Grundspirale an verschiedenen entfernten Punkten eines und desselben Organes, so kann sie an beiden in gleicher oder in entgegengesetzter Richtung aufsteigen. In jenem Falle nennt man sie *gleichläufig* oder *homodrom*[1], in diesem *gegenläufig* oder *antidrom*[2]. An jedem Seitengliede heißt derjenige Rand der Insertion, welcher am aufsteigenden Theile der Grundspirale liegt, der *aufsteigende* oder *anodische*[3], der dem absteigenden Stücke derselben zugekehrte der *absteigende* oder *kathodische*[4]. §. 19.

Die Größe der Divergenz ist bei Spiralstellung ebenfalls meist ein rationaler Bruchtheil des Umfanges des Hauptorganes, d. h. es steht nach einer Anzahl von Insertionen immer wieder eine gerade über der ersten. Solcher Divergenzen sind selbstverständlich unzählige denkbar. Aber in der Natur kommen, wenn man die große Mehrzahl der Fälle betrachtet, nur wenige derselben vor. Die häufigsten sind nämlich $^1/_2$ oder $^1/_3$ oder ein zwischen diesen beiden Werthen liegender Bruch, besonders häufig $^2/_5$ oder $^3/_8$. Diese Werthe bilden die Reihe $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$ ..., in der man jedes folgende Glied gewinnt, wenn man Zähler und Zähler sowie Nenner und Nenner der beiden vorhergehenden Brüche addirt. Jeder dieser Brüche liegt in der That zwischen den Werthen der beiden ersten Brüche dieser Reihe; er ist kleiner als $^1/_2$, größer als $^1/_3$, und liegt abwechselnd dem einen und dem anderen näher. Der irrationale Theil des Umfanges, um den sie sich hin und her bewegen, ohne ihn bei streng mathematischer Betrachtung jemals zu erreichen, so weit man auch die Reihe fortsetzen möge, ist gleich dem Winkel von 137° 23′ 28″. Warum die verschiedenen vorkommenden Divergenzen einer solchen Reihe angehören müssen, wird aus dem Späteren sich ergeben. Man pflegt nun nach den Divergenzen die Stellungen zu bezeichnen als $^1/_2$-Stellung, $^1/_3$-Stellung ꝛc. Denjenigen Theil der Grundspirale, den man zurücklegen muß, um von irgend einer Insertion bis zur senkrecht darüber stehenden zu gelangen, heißt ein *Cyclus*[5]. Bezeichnet man, mit 0 beginnend, die Insertionen von unten nach oben aufeinanderfolgend mit Zahlen, so steht nothwendig bei $^1/_2$-Stellung die zweite, bei $^1/_3$-Stellung die dritte (s. Fig. 19, A.), bei $^2/_5$-Stellung die fünfte Insertion über derjenigen, von der man ausgeht. Mit anderen Worten: es giebt bei $^1/_2$-Stellung 2, bei $^1/_3$-Stellung 3, bei $^2/_5$-Stellung 5 Orthostichen ꝛc. (Fig. 19, B.). Der Nenner des Divergenzbruches giebt also an, wie viel Insertionen zu einem Cyclus gehören oder wie viel Orthostichen vorhanden sind. Man kann daher auch die $^1/_2$-Stellung als *zweizeilige*, die $^1/_3$-Stellung als *dreizeilige* ꝛc. bezeichnen. Bei der $^1/_2$-Stellung müssen wir, um den Cyclus zu vollenden, einen einzigen Umlauf der Grundspirale machen, ebenso bei der $^1/_3$-Stellung, dagegen bei der $^2/_5$-Stellung 2 Umläufe (vergl. Fig. 19, B.), bei der $^3/_8$-Stellung deren 3 ꝛc. Es giebt also der Zähler des Divergenzbruches die Zahl der Umläufe an, welche zu einem Cyclus gehören. — Selbstverständlich lassen sich bei allen Stellungen außer der $^1/_2$-Stellung auch noch andere regelmäßige Spiralen construiren, welche steiler als die Grundspirale aufsteigen, wenn man höhere Insertionen mit einander verbindet. Bei allen sehr dichten Stellungen mit hohen Divergenzen, wo die Grundspirale sehr niedergedrückt ist, treten sogar diese steileren Spiralen, von denen die einen nach rechts,

1) Zusammengesetzt aus ὁμός gleich und δρόμος Lauf. 2) zusammengesetzt aus ἀντί entgegen und δρόμος Lauf. 3) zusammengesetzt aus ἀνά auf und ὁδός Weg, Gang. 4) zusammengesetzt aus κατά hinab und ὁδός Weg, Gang. 5) κύκλος Kreis.

§. 19. die anderen nach links sich wenden, viel deutlicher hervor als die Grundspirale; so besonders an den Schuppen der Zapfen der *Pinus*-Arten, an den Blüten der Sonnenrosenköpfe ꝛc. Diese steileren Spiralen nennt man die Nebenzeilen, Schrägzeilen oder Parastichen[1]. Auch sie zeigen aus geometrischen Gründen gewisse Gesetzmäßigkeiten. Fig. 20. stellt die in eine Ebene gelegte Cylinderfläche eines Pflanzentheiles mit den Insertionen der seitlichen Organe dar, welche in der $^{13}/_{34}$-Stellung stehen. Die Insertionen sind, an einer beliebigen Stelle mit 0 beginnend mit den fortlaufenden Ziffern bezeichnet, wie sie in der Grundspirale aufeinander folgen. Es steht also Insertion 34 über 0. Der Verlauf der Grundspirale ist in der Figur eingezeichnet; man sieht sie aber weniger deutlich hervortreten als die steileren Parastichen. Die letzteren bestimmen wir, indem wir für alle als Ausgangspunkt die Insertion 0 wählen. Während die Grundspirale nach links sich wendet, sind nach rechts aufsteigend die am wenigsten steilen Parastichen zu verfolgen, welche die Insertionen 0, 2, 4, 6 ꝛc., sowie 1, 3, 5, 7 ꝛc. verbinden. Solcher Parastichen giebt es also 2, denn sie verknüpfen allemal jede zweite Insertion. Die nächst steileren Parastichen wenden sich links und berühren die Insertionen 0, 3, 6, 9, 12 ꝛc., ferner 2, 5, 8, 11, 14, 17 ꝛc. und 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 ꝛc. Es giebt also 3 solcher Zeilen, welche sämmtliche seitliche Glieder umfassen, weil jede allemal die dritten Insertionen verbindet; sie werden darum als Dreierzeilen bezeichnet. Weiter bemerken wir abermals steilere Parastichen nach rechts aufsteigend und zwar über die Insertionen 0, 5, 10, 15, 20 ꝛc.; über 3, 8, 13, 18, 23 ꝛc., über 1, 6, 11, 16, 21, 26 ꝛc., über 4, 9, 14, 19, 24, 29 ꝛc. und über 2, 7, 12, 17, 22 ꝛc. Diese heißen die Fünferzeilen, denn es giebt ihrer im Ganzen 5, weil jede alle fünften Insertionen berührt. Nach links in steiler Richtung aufsteigend unterscheiden wir ferner diejenigen Parastichen, welche gehen über 0, 8, 16, 24, 32 ꝛc., über 3, 11, 19, 27, 35 ꝛc., über 6, 14, 22, 30, 38 ꝛc., über 1, 9, 17, 25, 33 ꝛc., über 4, 12, 20, 28, 36 ꝛc., über 7, 15, 23, 31, 39 ꝛc., über 2, 10, 18, 26, 34 ꝛc. und über 5, 13, 21, 29, 37 ꝛc. Hier wird jede achte Insertion getroffen, es giebt also 8 solcher Zeilen oder Achterzeilen. Die steilste Parastiche würde dann wieder rechts sich wendend durch die Insertionen 0, 13, 26, 39 ꝛc. aufsteigen; man wird selbst finden, daß es solcher Zeilen 13 geben muß. Man sieht, daß die Anzahl der einzelnen Arten von Nebenzeilen, wenn wir mit der Grundspirale beginnen, wiederum der Reihe 1, 2, 3, 5, 8, 13 ꝛc. angehört. Im vorliegenden Falle ist endlich die durch Insertion 34 bezeichnete Zeile zur Orthostiche geworden, weil 34 senkrecht über 0 steht. Hätten wir eine noch höhere Stellung

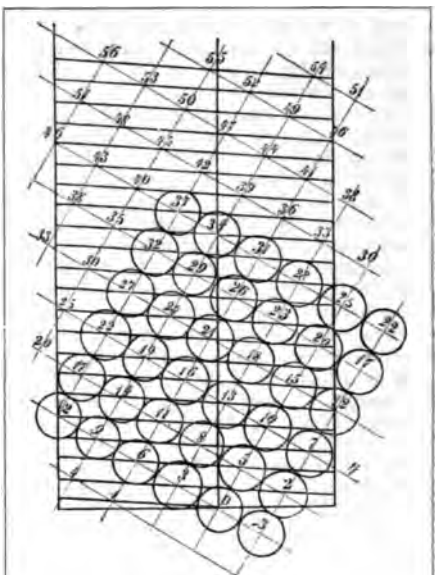


Fig. 20.

Schematische Darstellung der $^{13}/_{34}$-Stellung auf der in eine Ebene gelegten Cylinderfläche eines Pflanzentheiles. Die einzelnen Insertionen durch Kreise bezeichnet und numerirt. Durch Linien sind angedeutet außer der Grundspirale zweierlei Parastichen, nämlich die Dreier- und die Fünferzeilen. Nach Schwendener.

1) Zusammengesetzt aus παρά neben und στίχος Reihe.

vor uns, so würde sie noch nicht senkrecht, sondern wiederum als sehr steile Para- §. 19.
stiche verlaufen, deren es 34 geben würde.

Wiewohl Stellungen der Reihe 1, 2, 3, 5, 8 ꝛc. im Pflanzenreiche weitaus die häufigsten sind, so giebt es doch auch welche, die einer anderen Reihe angehören; so z. B. der Reihe 1, 3, 4, 7, 11, 18 ꝛc., mit den Divergenzen $^1/_3$, $^1/_4$, $^2/_7$, $^3/_{11}$, $^5/_{18}$.... oder der Reihe 1, 4, 5, 9, 14, 23 ꝛc., mit den Divergenzen $^1/_4$, $^1/_5$, $^2/_9$, $^3/_{14}$, $^5/_{23}$. ... Auch hier gelten die analogen Gesetze, wie bei der vorigen Reihe, also Zähler und Nenner des Divergenzbruches geben uns wieder dasselbe an, wie dort, es sind ebensolche Parastichen, nur durch die anderen Ziffern bezeichnet, zu finden ꝛc., was keiner nochmaligen Ausführung bedarf.

Mit Hülfe der deutlich hervortretenden Parastichen kann man immer leicht solche Divergenzen bestimmen, die sich schwer direkt ermitteln lassen. Denn überall, wo das Hauptorgan sehr dick ist und in sehr dichter Stellung die relativ kleinen Seitenglieder mit einer hohen Divergenz trägt, ist es kaum sicher möglich, von irgend einer mit 0 bezeichneten Insertion ausgehend diejenigen herauszufinden, welche mit 1, 2, 3 u. s f zu bezeichnen sind; auf diese Weise könnte man also nicht finden, welche Zahl eine senkrecht über 0 stehende Insertion erhalten muß, also auch die Zahl der Orthostichen und somit den Divergenzbruch nicht bestimmen. Mit Hülfe der Schrägzeilen kann man aber leicht auf einem schmalen Längsstreifen des Hauptorganes die Insertionen beziffern, und dies genügt, um das Verlangte zu finden. Nehmen wir an, die in Fig. 20. schematisch dargestellte Stellung soll bestimmt werden, so wählen wir eine beliebige Insertion, die wir mit 0 bezeichnen. Es fallen uns zwei Systeme von Schrägzeilen als die deutlichsten auf; sie sind in der Figur durch Linien bezeichnet. Wir zählen im Ganzen 3 der nach links gehenden Parastichen, es sind Dreierzeilen, folglich erhält die nächste in dieser Schrägzeile liegende Insertion neben 0 die Ziffer 3. Der steileren rechts gehenden Nebenzeilen giebt es 5, es sind Fünferzeilen; folglich schreiben wir auf die in dieser Zeile nächst 0 stehende Insertion 5. Die Zahlen 3 und 5 belehren uns schon, daß die Stellung eine aus der Reihe $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$ ꝛc. sein muß. Würden wir Schrägzeilen von der Zahl 4 und 7 oder 5 und 9 gefunden haben, so würde es sich um eine Stellung der selteneren oben angegebenen Reihen handeln. Es ist nun leicht von 3 und 5 aus weiter zu beziffern. Denn wenn wir die zu 5 gehörige Dreierzeile oder die zu 3 gehörige Fünferzeile ansehen, so treffen wir sofort auf die mit 8 zu beziffernde Insertion. Steht 8 noch nicht senkrecht über 0, so müssen wir weiter fortfahren und finden in der nun gewonnenen Fünferzeile 3, 8 sofort die nächste mit 13 zu beziffernde Insertion. Steht auch diese noch nicht genau über 0, so leiten uns von da aus immer wieder die Dreier- und die Fünferzeilen bis zu 21 und von da aus ebenso schließlich bis 34, die hier mit 0 in einer Orthostiche liegt, woraus wir also auf 34 Orthostichen schließen. Diese Zahl giebt uns den Nenner des gesuchten Divergenzbruches an, letzterer ist also laut der uns bekannten Reihe $= {}^{13}/_{34}$.

Die Divergenzen können, wie gleichfalls eine einfache geometrische Betrachtung lehrt, verändert werden 1) durch eine Drehung des Hauptorganes, 2) durch ihren gegenseitigen Druck, 3) durch allmähliche Abnahme ihrer Querschnittsgröße.

1) Wenn das Hauptorgan eine Drehung um seine Axe erleidet, so müssen nothwendig die Orthostichen eine schiefe Richtung erhalten, zu Spiralen werden, mit anderen Worten, die Stellung verwandelt sich in eine solche mit höherem Divergenzbruch. Um z. B. die $^2/_5$-Stellung, deren Divergenz 144 Bogengrade beträgt, in die $^3/_8$-Stellung mit 135 Bogengraden Divergenz überzuführen, bedarf es also nur einer Drehung um 9 Bogengrade. Am auffallendsten kommt diese Drehung an den Stämmen von *Pandānus* vor, deren Blätter in der Knospe genau nach $^1/_3$ geordnet sind; aber diese 3 Orthostichen werden mit zunehmender Entwickelung des Stammes durch eine starke Drehung desselben in 3 schraubige Zeilen verwandelt. Diese Erscheinungen sind auch weiter verbreitet; so werden z. B. bei dem Moose *Fontinālis antipyretica* die Blätter in $^1/_3$-Stellung angelegt, sind aber am entwickelten Stengel mehrzeilig geordnet. Wenn bei quirlständiger Stellung eine Drehung des Hauptorganes stattfindet, so fällt jeder nächste Quirl nicht mehr über die Mitte der Zwischenräume des vorhergehenden und der

§. 19. übernächste steht nicht mehr senkrecht über diesem; es entstehen sogenannte gedrehte Quirle, wie z. B. in den Deckblättern der Kardenköpfe gedrehte zwei- oder dreigliedrige Quirle vorkommen.

2) Verschiebungen seitlicher Organe durch ihren gegenseitigen Druck können, wie Schwendener ausführlich auseinander gesetzt hat, eintreten, wenn dieselben so dicht stehen, daß sie sich berühren und bei ihrem Bestreben zu wachsen, Widerstände finden. Bei ihrer Entstehung sind die seitlichen Organe gewöhnlich vorspringende Höcker auf der Oberfläche des Hauptorganes. Nehmen wir an, daß das letztere bloß in die Dicke, nicht in die Länge wächst (also in Fig. 20. nur in der Richtung der Horizontalen, nicht in der Richtung der senkrechten Linien), so werden die sich berührenden seitlichen Organe bei ihrem Bestreben, an Umfang zuzunehmen, auf Widerstand in der Längsrichtung stoßen, aber nicht, oder in geringerem Grade in der Querrichtung. Folglich wirkt auf jedes seitliche Organ ein longitudinaler, d. h. der Achse des Hauptorganes paralleler Druck. Dieser pflanzt sich natürlich in der Richtung derjenigen Parastichen fort, in welchen die seitlichen Organe sich direkt berühren, also z. B. von 27 aus in den Richtungen gegen 22 und gegen 24, also in der Dreier- und in der Fünferzeile. In ihren Wirkungen zerlegen sich nun die beiden Druckkräfte nach dem Parallelogramm der Kräfte wieder in den longitudinalen Druck, von dem wir ausgingen, und in Horizontalschub. Letzterer allein kann sich äußern wegen der Zunahme des Hauptorganes in der Querrichtung; es wird also 22 nach links, 24 nach rechts verschoben. Construiren wir uns aus der Dreier- und Fünferzeile den Dachstuhl 12, 27, 12, so wird also der bis jetzt (in Fig. 20.) rechte Winkel desselben stumpf werden und die Fußpunkte 12, 12 rücken auseinander. Der Erfolg ist zu ersehen aus der Fig. 21., welche die eben gelegte Cylinderfläche des der Voraussetzung entsprechend nun breiter gewordenen Hauptorganes mit der veränderten Stellung der Insertionen zeigt, wo also der Winkel des Dachstuhles 12, 27, 12 stumpf geworden ist. Wir sehen, daß bei dieser Senkung die Insertion 27, also überhaupt auch jede andere Insertion wegen der ungleichen Länge der Sparren des Dachstuhles seitlich und zwar immer in der Richtung des längeren Sparrens, also der Dreierzeile verschoben wird. Eine Vergleichung beider Figuren lehrt, daß schließlich eine Anzahl Insertionen rechts von der durch 0 gehenden Orthostiche liegen, welche vorher links davon lagen, nämlich 21, 29, 37. Es kommen also bei dieser Verschiebung nach einander diese Insertionen in jene Orthostiche zu liegen, d. h. die Stellung, welche Anfangs $^{13}/_{31}$ war, nimmt nach einander die Divergenzen an, welche durch jene Zahlen bezeichnet werden. Die Verschiebung ist jetzt soweit fortgeschritten, daß die Insertionen auch in der Richtung der Achterzeilen sich berühren. Denken wir uns den longitudinalen Druck fortdauern und ebenso das Wachsthum des Hauptorganes in die Dicke, welches den seitlichen Gliedern weitere Gelegenheit giebt, sich zwischen einander zu schieben, so müssen nun die Insertionen der Dreierzeilen auseinanderrücken und der Erfolg ist der, den Fig. 22. darstellt. Die Fünferzeile hat nun nicht mehr in der Dreierzeile, sondern in der Achterzeile ihre Gegenstrebe; aus diesen beiden bildet sich ein Dachstuhl, dessen anfangs spitzer Winkel bei der Senkung endlich zu einem rechten wird. Da bei diesem Dachstuhl der längere Sparren nach links, in der

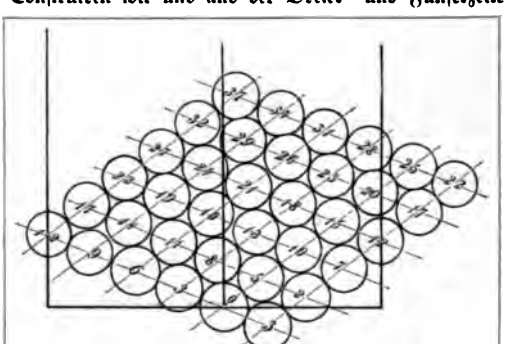


Fig. 21.
Verschiebung der seitlichen Organe durch senkrechten Druck, zeigt die dadurch veränderte Stellung von Fig. 20. Nach Schwendener.

§. 19.

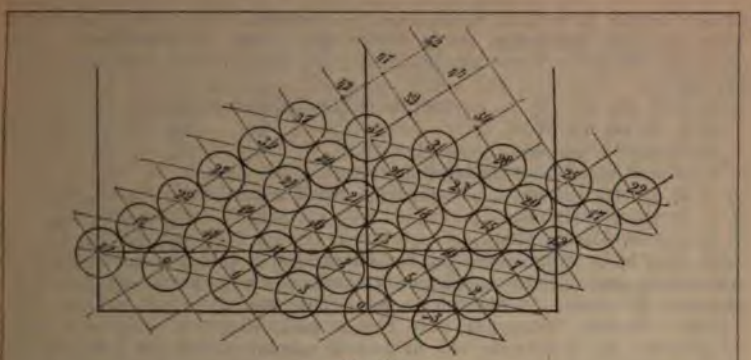


Fig. 22.
Verschiebung der seitlichen Organe durch senkrechten Druck, zeigt die dadurch noch weiter veränderte Stellung von Fig. 20 und 21. Nach Schwendener.

Richtung der Fünferzeilen liegt, so findet bei diesem Spiel des Dachstuhles die Verschiebung der Insertionen nach links statt; alle jene nach rechts gerückten Insertionen passiren abermals die Orthostiche von 0. Dieses Spiel wiederholt sich immer in derselben Weise, so lange der longitudinale Druck dauert; das nächste Mal ist es die Dreizehnerzeile, welche mit der Achterzeile, dann die Einundzwanzigerzeile, die sich mit der Dreizehnerzeile combinirt, u. s. f. In Folge dieser wechselnden Combinationen der Parastichen bewegen sich also die seitlichen Organe langsam hin und her. Genau das umgekehrte Spiel findet statt unter den entgegengesetzten Voraussetzungen, d h. wenn das Hauptorgan in die Länge, aber nicht in die Dicke wächst, es also den seitlichen Organen eine Verschiebung in longitudinaler Richtung gestattet und diese in der Querrichtung einen Druck empfangen und die Zeilen also in dieser Richtung in einander geschoben werden. Auf diese Weise gelangen wir wieder zurück zur Stellung $^{13}/_{34}$ in Fig. 20., wo Dreier- und Fünferzeilen den Dachstuhl bilden; und wir kommen noch weiter rückwärts, wo Zweier- und Dreierzeilen sich combiniren und die Stellung $^{5}/_{13}$ erreicht wird (Fig. 23.); dann zu einer Stellung, wo die Zweierzeile und die Grundspirale, endlich die Grundspirale und eine gleichgeneigte Gegenspirale den Dachstuhl bilden; im letzteren Falle ist die Divergenz $^{1}/_{2}$. Es ergiebt sich hieraus, daß wenn die seitlichen Organe in zerstreuter Stellung mit beliebigen Divergenzen zwischen 180° und 120° ($^{1}/_{2}$- und $^{1}/_{3}$-Stellung) angelegt werden, ein fortdauernder longitudinaler Druck mit mathematischer Nothwendigkeit zu immer höheren Divergenzen der Reihe $^{1}/_{2}$, $^{1}/_{3}$, $^{2}/_{5}$, $^{3}/_{8}$ ꝛc. führen, d. h. eine allmähliche Annäherung an den Winkel von 137° 30′ 28″ bewirken muß.

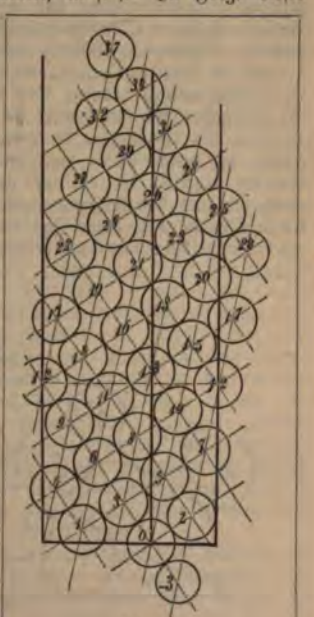


Fig. 23.
Verschiebung der seitlichen Organe durch Druck in der Querrichtung, zeigt die dadurch veränderte Stellung von Fig. 20. Nach Schwendener.

Es ist nun einleuchtend, daß ebenso auch die Divergenzen jeder anderen Reihe sich durch Verschiebung in Folge gegenseitigen Druckes aus einander ableiten lassen. Die soeben betrachtete

§. 19. Reihe ist durch 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21..... bezeichnet, indem, wie gezeigt wurde, allemal je zwei Parastichen, welche diese Zahlen führen, sich combiniren. Diese Reihe ist die in der Natur am häufigsten. Die übrigen mit 1 beginnenden Reihen sind

1, 3, 4, 7, 11, 18, 29....., entsprechend den Divergenzen $^1/_3$, $^1/_4$, $^2/_7$, $^3/_{11}$....
1, 4, 5, 9, 14, 23, 37....., „ „ „ $^1/_4$, $^1/_5$, $^2/_9$, $^3/_{14}$....
1, 5, 6, 11, 17, 28, 45...., „ „ „ $^1/_5$, $^1/_6$, $^2/_{11}$, $^3/_{17}$...

Die mit 2 beginnenden Reihen sind

2, 5, 7, 12, 19, 31, 50...., entsprechend den Divergenzen $^1/_2$, $^2/_5$, $^3/_7$, $^5/_{12}$....
2, 7, 9, 16, 25, 41, 66...., „ „ „ $^1/_2$, $^3/_7$, $^4/_9$, $^7/_{16}$....
2, 9, 11, 20, 31, 51, 82..., „ „ „ $^1/_2$, $^4/_9$, $^5/_{11}$, $^9/_{20}$...

In jeder dieser Reihen lassen sich die Divergenzen in ganz analoger Weise durch Einwirkung eines Druckes auseinander ableiten, indem die durch diese Zahlen bezeichneten Parastichen jeweils sich in der beschriebenen Weise mit einander combiniren. In der Natur sind diese Reihen weit seltener als die oben näher betrachteten. Es ist möglich, daß sie auch in manchen Fällen aus jener gewöhnlichen Stellung entstehen. In der That kann dies geschehen, wenn man bei der gewöhnlichen der Reihe 1, 2, 3, 5, 8.... angehörenden Stellung eine einmalige seitliche Verschiebung durch Drehung des Hauptorganes (s. oben) eintreten und übrigens den longitudinalen Druck ungestört fortdauern läßt.

3) Verschiebungen seitlicher Organe durch allmähliche Abnahme ihrer Querschnittsgröße. Auch diese Vorgänge sind von Schwendener wissenschaftlich begründet worden. Gehen wir wieder von der Voraussetzung aus, daß die seitlichen Organe bei ihrer Anlage sich gegenseitig berühren, so daß immer wenigstens zwei sich kreuzende Parastichen Contactlinien sind, die einen Dachstuhl bilden, so begreifen wir, daß die Stellung sich auch verändern muß, wenn das Verhältniß ihrer Querschnittsgröße zum Umfang des Abstammungsorganes sich ändert. Bleibt der Umfang des letzteren sich gleich und werden die seitlichen Organe in kleineren Querschnittsgrößen gebildet, so müssen sie sich, um im Contact zu bleiben, anders ordnen. Und das Gleiche ist die Folge, wenn der Umfang des Hauptorganes sich vergrößert bei gleichbleibender Querschnittsgröße der seitlichen Organe. In Wirklichkeit kann beides eintreten. Für die Betrachtung ist es gleichgültig, auf welche Weise die bezeichnete Aenderung im Verhältniß der Organe zum Umfang eintritt, da es nur auf die relativen Werthe ankommt. Zur Veranschaulichung der Folgen, welche ein solcher Vorgang für die Stellung der seitlichen Organe hat, diene Fig. 24., wo wir mit 0, 3, 6.... und 5, 8, 11.... zwei Dreierzeilen uns vergegenwärtigen, in denen die Organe noch gleiche Quer-

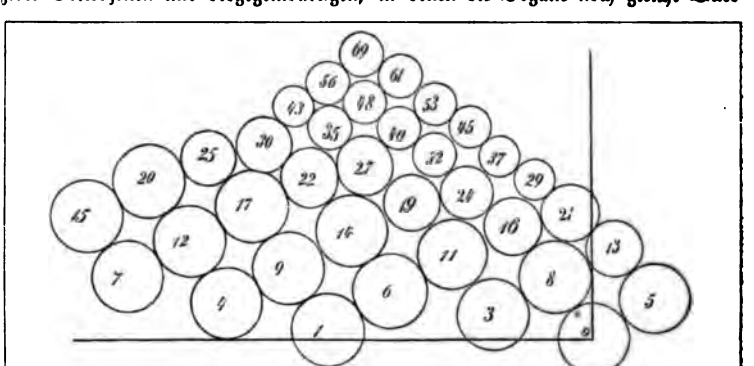


Fig. 24.
Schematische Darstellung zur Versinnlichung der **Verschiebung seitlicher Organe durch Abnahme ihrer Querschnittsgröße**, die Insertionen durch verschieden große numerirte Kreise dargestellt. Nach Schwendener.

schnittsgröße haben. Dieselben sind hier mit einander in Contact in der Richtung der Fünfer- und Achterzeilen. Legen wir nun, wie in der Figur geschehen, neue Dreierzeilen mit etwas kleineren Kreisen darüber, so wird der Winkel des Dachstuhles, den die Fünfer- und Achterzeilen bilden und der bisher ungefähr ein Rechter war, allmählich größer, es hört der Contact in der Richtung der Fünferzeilen auf, und Achter- und Dreizehnerzeilen bilden die Contactlinien. Denken wir uns die Größenabnahme der seitlichen Organe noch weiter fortdauern, so wiederholt sich der Wechsel der Contactlinien nach denselben Regeln wie bei Verschiebung durch longitudinalen Druck (siehe S. 32). Es wird also auch auf diese Weise die nämliche Veränderung der Stellung hervorgebracht, wie dort.

Das Vorstehende gilt unter der Voraussetzung, daß die Größenabnahme der seitlichen Organe allmählich und im ganzen Umfange des Hauptorganes gleichmäßig erfolgt. Eine weitere Veränderung muß aber eintreten, wenn, wie es ebenfalls thatsächlich geschieht, hin und wieder Störungen stattfinden, indem gewisse Anlagen zu groß oder zu klein ausfallen und mithin das sonst constante Verhältniß zum Umfang des Hauptorganes gestört wird. Die Folge muß sein, daß die Zahl der Parastichen in der einen oder der anderen Richtung sich um 1 vermehrt oder vermindert. Man wird mit Hülfe der Fig. 24 sich leicht vorstellen können, daß durch locale Größenzunahme ihrer Organe eine von den Dreizehnerzeilen nicht mehr fortgesetzt wird, indem die benachbarten Dreizehner sich um die Breite einer Zeile vergrößern und mithin keinen Raum übrig lassen. Während also bisher Achter- und Dreizehnerzeilen vorhanden waren, giebt es jetzt Achter und Zwölfer. Wenn dann etwas höher noch eine der Achterzeilen verschwindet, so bleiben Siebener- und Zwölferzeilen übrig. Diese gehören aber in die Reihe 2, 5, 7, 12, 19, 31...., welche den Divergenzen $^3/_7$, $^5/_{12}$, $^8/_{19}$.... entspricht. Es kann also auf diese Weise die Stellung der Organe auch in eine solche einer anderen Reihe übergeführt werden. Kommt der umgekehrte Fall vor, daß die Organe plötzlich wieder alle größer werden, so erfolgt die Stellungsveränderung selbstverständlich im entgegengesetzten Sinne.

Anschluß verschiedener Stellungen an einander. Wenn an einem Organe Quirle von verschiedener Gliederzahl oder auf eine Wirtelstellung eine Spiralstellung mit einzeln stehenden Gliedern oder wenn auf eine Spiralstellung Quirle folgen, so erfahren die Organe beim Uebergang der einen in die andere Stellung eine Verschiebung, die gewöhnlich einen Bruchtheil der Distanz der Glieder einer der beiden Stellungen beträgt, also das analoge Verhältniß, wie es bei der Aufeinanderfolge von Quirlen gleicher Gliederzahl (s. S. 28) stattfindet. Beispiele dafür liefern in großer Anzahl die Blüten mit ihren unter einander meist in verschiedenen Stellungen stehenden Blattgebilden. Die verschiedenen Arten der letzteren bilden hier meist eben so viel besondere Cyclen. Diese sind entweder echte Quirle oder es sind in Wirklichkeit sehr niedergedrückte Spiralen, deren Cyclus daher seine Glieder nahezu auf gleicher Höhe stehen hat und einem Quirl ähnelt. So z. B. bilden die meisten aus 5 Kelchblättern bestehenden Kelche einen niedergedrückten Spiralcyclus nach $^2/_5$-Stellung. Die darauf folgenden 5 Blumenblätter können meist als eine eben solche Stellung betrachtet werden. Beide sind nun in der eben gedachten Weise gegen einander verschoben. Denn würde die Stellung in gleichem Schritte sich fortsetzen, so müßte das erste Blumenblatt gerade über dem ersten Kelchblatte stehen; es ist aber um $^1/_3$ beziehentlich $^2/_3$ der Divergenz der Glieder verschoben; daher kommt dasselbe und ebenso alle übrigen Blumenblätter über die Zwischenräume der 5 Kelchblätter zu stehen. Die Richtung der Spirale kann dabei dieselbe bleiben oder sie wendet mit der neuen Stellung um.

An den Zweigen beginnt die Stellung der seitlichen Glieder auch meistens mit einer Verschiebung des ersten Blattes gegen das Blatt des Hauptorganes, aus dessen Achsel der Zweig entspringt. Häufig stehen die beiden ersten Blätter des Zweiges rechts und links zu jenem Blatte, und die Stellung setzt sich dann in derselben Weise wie an der Hauptaxe fort, wobei wiederum die Spirale mit derjenigen an der Hauptaxe gleichläufig oder gegenläufig sein kann (s. S. 29).

C. Aspirale Stellungen. Es giebt Pflanzentheile, welche, obgleich sie in §. 20.
ihrem ganzen Umfange mit seitlichen Gliedern besetzt sind, doch in der Stellung

dieser gar keine Regelmäßigkeit erkennen lassen, indem die Gesammtheit der Insertionen weder durch Quirle noch durch eine Spirale, noch durch irgend andere regelmäßige Linien verbunden werden kann. Die ganz regellose Entstehungsfolge der seitlichen Glieder schließt hier diese Möglichkeit von vornherein aus. Ein solches Verhältniß zeigen z. B. die auf dem Kolben von *Typha* stehenden weiblichen Blüten. Im ausgebildeten Zustande ist dieser mit den Blüten vollständig bedeckt; die letzteren sind hier im Verhältniß zu dem umfangreichen Kolben so klein, ihre Zahl daher eine so ungeheure und ihre Stellung eine so dichte, daß jeder Versuch eine Regelmäßigkeit herauszufinden, sofort scheitert. Daß aber nicht etwa diese ungünstigen räumlichen Verhältnisse eine dennoch bestehende Regelmäßigkeit verhüllen, geht aus der Betrachtung der Oberfläche des jungen Kolbens hervor zur Zeit, wo eben die Anlagen der weiblichen Blüten auf ihm in Form kleiner Höcker sichtbar werden. Fig. 25. zeigt ein Stück dieser Oberfläche in der natürlichen Längsrichtung liegend. Man sieht an der ungleichen Größe der Höcker, daß die Blütenanlagen an jeder beliebigen Stelle des Kolbens sehr ungleichzeitig auftreten und räumlich ohne jede Regel. Die größten ältesten stehen ohne Ordnung zerstreut; an vielen Punkten sind zwischen ihnen ebenso ordnungslos kleinere jüngere entstanden, und neue kommen so eben zum Vorschein, wo irgend noch ein Raum für sie geblieben ist, so daß zuletzt die ganze Oberfläche von den seitlichen Organen eingenommen wird.

Fig. 25.

Kleines Stück der Oberfläche von der Mitte eines **jungen Kolbens von Typha latifolia**, auf welcher die ersten Anlagen der Blüten in Form runder Höcker sichtbar werden, und zwar in ordnungsloser Stellung und ungleichzeitig, ältere und ganz junge, so eben entstehende durch einander gemengt. Das Bild giebt zugleich die Längsrichtung des Kolbens und das obere und untere Ende des Stückes an. 120fach vergrößert.

Hierher gehören ferner solche Stellungen, bei welchen zwar sämmtliche Insertionen durch zwei oder mehr Orthostichen sich verbinden lassen, die Glieder der verschiedenen Orthostichen aber zu einander gar keine bestimmte Beziehung haben. Beispiele dafür bietet die Anordnung der Seitenwurzeln an den Hauptwurzeln. Dieselben entstehen in verhältnißmäßig großen Distanzen von einander, aber so daß sie meist genau in 2, 3 oder 4 von einander gleich weit abstehenden geraden Längsreihen stehen. Zu den Seitenwurzeln, welche in den benachbarten Orthostichen stehen, haben sie aber gar keine constante und regelmäßige Stellung, so daß man sie meist weder zu Quirlen noch durch eine Spirale verbinden kann.

Ausgeschlossen ist die Quirl- und Spiralstellung auch dort, wo durch die Form des Hauptorganes eine rings um den Umfang desselben gehende Anordnung seitlicher Glieder verhindert wird. So ist bei *Arum ternātum* der Kolben an der einen Seite der Länge nach mit dem großen Deckblatt verwachsen und ist daher nur einseitig, an der nicht verwachsenen Seite mit Blüten bedeckt. Besonders gilt dies überhaupt von vielen bilateralen (§. 8.) Pflanzentheilen, insofern hier die seitlichen Glieder nur an der einen Seite des Organes inserirt sind. So haben viele Lebermoose nur an der Unterseite ihres blattförmigen Thallus eine einzige oder zwei Längsreihen kleiner schüppchenförmiger Blätter und zugleich nur an dieser Seite Wurzelhaare. Die kriechenden Stengel von *Polypodium*, *Marsilia* ꝛc. haben nur an ihrer oberen Seite zwei Reihen abwechselnd rechts und links stehender Blätter.

§. 21. Ursachen der Stellungen der Pflanzentheile. Die große Regelmäßigkeit, welche sich meistens in der Stellung der seitlichen Glieder am Hauptorgan kund giebt, veranlaßt, nach den Ursachen dieser Regelmäßigkeit zu fragen.

§. 21. Besonders sind es die an jedem Organe constanten, zum Umfange in einem bestimmten Verhältnisse stehenden Divergenzen der in Quirlen oder Spiralen angeordneten seitlichen Glieder, welche etwas Räthselhaftes zu haben scheinen. Wenn wir jedoch die Umstände bei ihrer Entstehung berücksichtigen, so erweisen sie sich theils durch schon gegebene andere organische Vorgänge bedingt, theils als nothwendige Folgen einfacher mechanischer Verhältnisse. Die Stellung der Seitenwurzeln an den Hauptwurzeln in zwei oder mehr geraden Reihen, die von einander um gleiche Divergenzen abstehen, hat nur in der Zahl und Stellung der Fibrovasalstränge ihren Grund, welche in der Hauptwurzel in der Längenrichtung derselben hinlaufen, denn nur an der Außenseite dieser bilden sich die Anlagen der Seitenwurzeln. Bei den Moosen und Farnen ist die Stellung der Blätter eine nothwendige Folge der Art, wie die Scheitelzelle des Stengels (§. 51.) sich theilt. Denn bei den Moosen wird aus jeder Segmentzelle, die sich von der Scheitelzelle abtheilt, ein Blatt; wo diese Theilungswände abwechselnd einander gegenüberstehen, haben die Blätter die $^1/_2$-Stellung; wo sie nach drei Richtungen sich bilden, ergiebt sich die $^1/_3$-Stellung; wo sie aber den Seiten der dreiseitigen Scheitelzelle nicht genau parallel, sondern schief stehen, so daß sie immer an dem einen Rande breiter sind und weiter vorgreifen als am andern, da kommen höhere Divergenzbrüche in der Stellung der Blätter zustande (§. 25.). Bei den kriechenden Stengeln mancher Gefäßkryptogamen, z. B. *Marsilia*, wird die Scheitelzelle zwar auch in drei Reihen von Segmenten getheilt, aber aus den an der Unterseite des Stengels liegenden bilden sich keine Blätter, sondern nur Wurzeln, erstere stammen von den zwei Reihen Segmenten ab, welche an der Oberseite des Stengels liegen; die Blätter stehen daher abwechselnd in zwei Reihen auf der Oberseite.

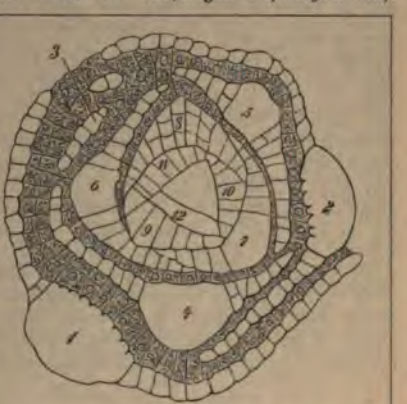


Fig. 26.

Scheitelansicht der Spitze eines Moosstengels (von *Catharinea undulata*) mit den Durchschnitten der sie umgebenden jüngsten Blätter, 1, 2, 3, 4 ꝛc. (das Blatt 3 ist unvollständig ausgebildet worden). In der Mitte ist die dreiseitige Scheitelzelle der Stengelspitze zu sehen, welche an ihren drei Seiten durch Theilungswände die Segmente bildet, aus denen je ein Blatt entsteht. Trotzdem stehen die Blätter nicht in drei geraden Zeilen, weil die Theilungswände den Seiten der Scheitelzelle nicht genau parallel stehen, sondern an dem einen Rande etwas weiter vorgreifen, so daß 12 nicht genau über 9, 11 nicht genau über 8, 10 nicht über 7 steht, u. s. f. 206fach vergrößert. Nach Hofmeister.

Bei den Phanerogamen, wo es keine Scheitelzelle giebt, kann die Stellung der Blätter nicht auf die Segmentation einer solchen zurückgeführt werden. Der Vegetationspunkt, d. h. das kuppel- oder kegelförmige Ende des Stengels besteht hier aus einem gleichförmigen, kleinzelligen Gewebe; er wächst an seinen Seiten in Höcker oder Wülste von derselben Beschaffenheit aus, und in diesen erkennen wir die ersten Anlagen der Blätter. Warum diese Anlagen hier nun immer gerade an den Punkten auftreten, welche durch die Regelmäßigkeit der Blattstellung angezeigt werden, erklärt sich aus folgenden mechanischen Verhältnissen. Die einzige Thatsache, die wir zunächst nicht weiter erklären können, würde nur die sein, daß die Bildungsthätigkeit im ganzen Umfange des Abstammungsorganes immer eine gleichmäßige zu bleiben strebt. Die Natur sucht **in der möglichst kleinsten Zahl der Seitenglieder eine gleichmäßige Vertheilung derselben im ganzen Umfange des Hauptorganes zu erzielen.** Dieses Princip wird nur dadurch erreicht, daß die Divergenzen der unmittelbar auf einander folgenden Insertionen einander gleich sind, so daß allemal nach einer Anzahl von Insertionen wieder eine über der Ausgangsinsertion steht. Die möglichst kleinste Zahl der hierzu zu verwendenden Glieder

§. 21. wird erzielt durch den Umstand, daß die Divergenz gleich $^1/_2$ oder $^1/_3$ oder ein zwischen beiden Werthen liegender Theil des Umfanges des Hauptorganes ist. Wenn wir nun den Scheitel eines Stengels (Vegetationspunkt), an dessen Umfange die Blattanlagen auftreten, betrachten, so springt zuerst in die Augen, daß die Anordnung der letzteren vorzüglich mit bedingt ist durch das Verhältniß der Größe dieser neuen Anlagen zum Umfang des Vegetationspunktes. Sind dieselben relativ klein, so findet eine größere Anzahl derselben auf der Oberfläche Platz (siehe Fig. 27.). Sitzen sie aber mit einer breiten Insertionsfläche an, die einen großen Theil des Umfanges des Vegetationspunktes einnimmt, so kann auf demselben Raume nur eine kleinere Anzahl Platz finden (Fig. 28 u. 29.). Somit richtet sich also schon hiernach die Zahl der senkrechten Reihen, in denen die seitlichen Glieder stehen, oder was dasselbe bedeutet, die Divergenz derselben. Von maßgebendem Einfluß ist ferner, wie Hofmeister zuerst betont hat, die Stellung, welche die nächstbenachbarten älteren Anlagen seitlicher Glieder am Vegetationspunkte einnehmen, weil für die neuen Anlagen nur der Platz in oder über den Lücken freibleibt, welche diese zwischen sich übrig lassen. Wenn man den Vegetationspunkt eines Stengels mit gegen- oder quirlständiger Blattstellung von oben betrachtet, so ist es z. B. in Fig. 28. deutlich, daß der schwach gewölbte Scheitel, der von den drei jüngsten Blattanlagen umgeben ist, nur an den drei Punkten zwischen den letzteren den nöthigen Raum für die drei nächsten Anlagen bietet, somit immer wieder zur dreigliedrigen Quirlstellung führt. Ebenso zeigt sich bei Spiralstellung in niedrigen Divergenzen z. B. $^2/_5$ in Fig. 29., daß das nächstfolgende Blatt in der Mitte der weitesten Lücke entsteht, welche die beiden vorhergehenden zwischen sich lassen, weil ein anderer Raum nicht vorhanden ist. Daraus folgt nothwendig, daß die Blätter immer wieder in den Divergenzen der vorhergehenden auftreten müssen. Zugleich trifft es sich hier, daß dieselben in der Richtung der aufsteigenden Grundspirale nach einander

Fig. 27.

Scheitel der Blütenaxe einer ganz **jungen Blüte von Ranunculus caucasicus**, von der Seite gesehen, zur Zeit der Anlage der Fruchtblätter, die als runde Höcker (die soeben entstehenden am kleinsten) zu sehen sind. 90fach vergrößert.

Fig. 28.

Scheitel des Stengels von **Lysimachia vulgaris**, von oben gesehen. 1, 1, 1 die Anlagen der drei jüngsten quirlständigen Blätter in Form von drei Höckern rings um den in der Mitte als sehr niedrige Kuppe sichtbaren Vegetationspunkt des Stengels. 2, 2, 2 die etwas älteren Blattanlagen des nächst unteren Quirles; bei a die Anlage des in der Achsel des Blattes stehenden Zweiges. Vergrößert.

Fig. 29.

Scheitel des Stengels von **Melilotus alba**, von oben gesehen. In der Mitte die Kuppe des Vegetationspunktes, an welcher bei 1 das jüngste Blatt angelegt worden ist. 5 die älteste vorhandene Blattanlage; 5n, 5n die dazu gehörigen Nebenblätter. Dieselbe Bedeutung haben nach den jüngeren Blattanlagen fortschreitend die Bezeichnungen 4 und 4n, 3 und 3n ꝛc. Vergrößert.

entstehen müssen. Auch dort, wo die seitlichen Glieder nach hohen Divergenzbrüchen angeordnet sind, wo sie also relativ so klein sind, daß eine größere Anzahl derselben im Umfange des Scheitels des Vegetationspunktes Platz findet, tritt dasselbe mechanische Princip hervor. Fig. 27. zeigt, wie hier die Bildungsthätigkeit ebenfalls rings um den ganzen Umfang des Vegetationspunktes gleichmäßig gegen den Scheitel hinaufrückt und wie einfach nichts weiter geschieht, als daß allemal die vorhandenen Lücken über den zunächst benachbarten Gliedern durch je ein neues Glied ausgefüllt werden. Dies Beispiel zeigt zugleich, daß eine Aufeinanderfolge der Entstehung der Glieder in der Richtung der Grundspirale hier nicht mehr nachzuweisen ist, daß vielmehr an der relativ großen Oberfläche des Vegetationspunktes die zahlreichen Höcker deutlicher in der Richtung gewisser Parastichen nach einander erscheinen, daß also die Grundspirale durchaus keine genetische Bedeutung hat. Bisweilen wird sogar nicht einmal die Aufeinanderfolge der Quirle bei der Entstehungsfolge der Glieder eingehalten. So z. B. wenn an einer Seite des Hauptorganes die Bildungsthätigkeit rascher emporsteigt, als an den anderen Seiten, wie in den Blüten der Papilionaceen, wo deshalb von den obersten Quirlen schon Glieder erscheinen (das Carpell), wenn um mehrere Etagen tiefer stehende Quirle (Blumenblätter und Staubgefäße) noch nicht in allen ihren Gliedern sichtbar geworden sind, oder wenn unterhalb schon fertig vorhandener Quirle nachträglich neue Quirle an einer Querscheibe des Hauptorganes angelegt werden, z. B. die Hüllblätter unter der weiblichen Blüte der Eiche. So erklärt sich hier wiederum die schließlich vorhandene Stellung der seitlichen Glieder einfach aus dem mechanischen Princip, den vorhandenen Raum auf der Oberfläche des Vegetationspunktes mit seitlichen Bildungen auszufüllen und die letzteren eine an die andere anzuschließen. Die Folge muß nothwendig die regelmäßig mathematische Anordnung sein, deren Gesetze wir oben dargestellt haben; aus der regelmäßigen Form der Oberfläche des Hauptorganes und aus der gleichen Größe aller seitlichen Anlagen folgt dies von selbst. Es liegt hier, wie Schwendener überzeugend auseinandergesetzt hat, kein besonderes organisches Gesetz vor. Denn es ist ganz gleichgültig, ob wir diese mechanischen Gesetze an einem Pflanzentheile verfolgen, oder ob wir sie uns vergegenwärtigen an gleich großen an einander gelegten Kugeln, Münzen, an der Regelmäßigkeit im Anschluß an einander gelegter Insekteneier, an der Anordnung der Fischschuppen ꝛc. Auch bei der Anordnung der Pflanzentheile ist es nur die Bedingung des unmittelbaren Anschlusses gleich großer Körper an einander, welche diese Regelmäßigkeit zustande bringt. Wo diese Bedingung nicht gegeben ist, z. B. an der großen Oberfläche eines Kolbens, auf welcher erst spät die Anlagen sichtbar werden (vgl. Fig. 25.), da ist auch keine regelmäßige Anordnung im Auftreten derselben vorhanden. Aber am beschränkten Raume des Scheitels eines Stengels, der nur in dem Maße als er fortwächst, Platz für neue seitliche Anlagen gewährt, sind letztere gezwungen, im Anschlusse an einander und nach einander aufzutreten, und ihre regelmäßige Stellung ist dann nur die Folge hiervon. Diese richtet sich einfach nach dem Verhältniß der Größe der Oberfläche des Hauptorganes zur Größe der Insertionsfläche der seitlichen Organe, und sie kann, wie oben ausgeführt, durch Veränderung dieser Querschnittsgröße sowie durch gegenseitigen Druck verändert werden. §. 21.

Die Gesetze der Stellung seitlicher Organe der Pflanzen sind vorwiegend an den Blättern erörtert worden. Diese Lehre von der Blattstellung (Phyllotaxis) hat daher besondere morphologische Bedeutung erlangt. Zur Geschichte dieser Lehre sei bemerkt, daß sich früher zwei Schulen gegenüberstanden: die französische, durch die Gebrüder Bravais vertreten, welche allen spiraligen Blattstellungen ein und dasselbe Gesetz zu substituiren suchte, nämlich die Divergenz, welche durch den irrationalen Bruch 137° 30′ 28″ ausgedrückt wird, welchem, wie eben ausgeführt, sämmtliche der Reihe $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$ ꝛc. angehörigen Stellungen sich allmählich nähern, was also bedeuten würde, daß niemals genau ein Blatt senkrecht über ein anderes zu stehen kommt — und die deutsche Schule, welche in Schimper und Braun ihre Vertreter hatte, und welche lehrte, daß alle einzelnen Divergenzen, die jener Reihe und analogen anderen Reihen angehören, das wahre Stellungsverhältniß der Blätter bezeichnen. Beide Schulen gingen von der Annahme aus, daß die Entstehungsfolge der seitlichen Glieder durchwegs eine am Hauptorgan schraubenlinig emporsteigende sei, nicht bloß bei der Spiralstellung, sondern auch bei den Quirlen, welche Bravais als aus mehreren Spiralen zusammengesetzte Stellungen, Schimper und Braun als eine einfache niedergedrückte Spirale auffaßten. Sie sahen daher die Grundspirale als den Ausdruck der Bildungsthätigkeit der Pflanze an. Die Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane lehrt aber, wie im Vorstehenden angedeutet, daß viel-

fach eine solche spiralig aufsteigende Entstehungsfolge seitlicher Glieder nicht stattfindet, sowohl bei den Quirlen, als bei vielen Spiralstellungen nicht zutrifft. Man darf also in der Grundspirale und in den Divergenzen der Stellungen seitlicher Glieder keine organischen Gesetze erblicken. Jener Auffassung wurde durch die von Hofmeister, besonders aber durch Schwendener geltend gemachte im Obigen dargestellte Erklärung nach mechanischen Principien entgegengetreten, wodurch zugleich die Differenzen zwischen der Bravais'schen und der Braun'schen Lehre gegenstandslos geworden sind.

Literatur: Schimper, Beschreibung des Symphytum Zeyheri. Heidelberg 1835. — A. Braun, Vergleichende Untersuchung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen. Im 14. Bde der Abhandl. der Leopoldinisch-Karolinischen Akademie. — A. Braun, Ueber die Möglichkeit eines wissenschaftlichen Verständnisses der Blattstellung. Flora 1835. — Bravais, Annales des sciences naturelles 1837. T. VII. — Hofmeister, Allgemeine Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868, pag. 440 ff. — Schwendener, Ueber die Verschiebung seitlicher Organe durch ihren gegenseitigen Druck, und Ueber die Stellungsänderung seitlicher Organe in Folge der allmählichen Abnahme ihrer Querschnittsgröße. Basel 1875.

B. Von der Bezeichnung der Oberflächenbildung der Pflanzentheile.

§. 22. Die von seiner Gestalt unabhängige Beschaffenheit der Oberfläche eines Körpers, die wir durch das Gefühl, zum Theil auch durch das Gesicht, besonders unter Zuhülfenahme von Vergrößerungsgläsern wahrnehmen, erheischt auch bei den Pflanzen bestimmte Bezeichnungen. Es liegt in der Natur der Sache, daß eine scharfe Grenze zwischen der bloßen Oberflächenbildung und der Gestalt nicht besteht, weil z. B. Hervorragungen oder Vertiefungen der Oberfläche relativ so groß werden können, daß sie die Gestalt des ganzen Körpers beeinflussen.

I. Wir können zunächst die gröbere Oberflächenbeschaffenheit unterscheiden, welche sich außer durch das Gefühl auch noch durch das Gesicht je nach der Größe des Objektes mit unbewaffnetem oder bewaffnetem Auge wahrnehmen läßt. Derartige Verschiedenheiten bietet besonders die Oberfläche der Stengel, der Samen, der Pollenkörner. Wenn man die Art und Form dieser Unebenheiten nicht näher berücksichtigt, sondern nur fragt, ob sie überhaupt vorhanden sind oder nicht, so ergeben sich die Bezeichnungen eben oder glatt (levis), wenn die Oberfläche weder Erhabenheiten noch Vertiefungen hat, rauh (asper), wenn sie irgendwelche kleine Erhabenheiten besitzt, die durch das Gefühl und meist auch durchs Gesicht bemerkbar werden, wie an den Blättern der Ulme, scharf (scaber), wenn die kleinen Erhabenheiten zugleich hart und ziemlich spitz sind, wie an den Blättern vieler Gräser und Halbgräser und an den Schafthalmen.

a. Erhabenheiten, welche durch die Bildung der Oberfläche selbst hervorgebracht werden, heißen je nach ihrer Form:

1) Rippen oder Riefen (costae), wenn sie linienförmig und gerade sind. Solche Theile heißen gerippt oder gerieft (costātus), z. B. viele Früchte der Umbelliferen.

2) Runzeln (rugae), wenn sie linienförmig, aber mehr unregelmäßig gebogen sind und weniger scharf hervortreten; sie geben den Theilen den Namen runzelig (rugōsus).

3) Kämme (cristae), d. s. Rippen, welche wie ein Kamm in viele dünne gesonderte Fortsätze auslaufen. Solche Theile nennt man kammförmig (cristātus), wie z. B. die Rippen auf den Früchten der Möhre.

4) Warzen (verrūcae), wenn es isolirte, ungefähr halbkugelige Erhabenheiten sind. Die Pflanzentheile heißen dann warzig (verrucōsus). Doch wendet man diese Bezeichnung meist nur für die größten derartigen Erhabenheiten an, welche gewöhnlich durch besondere Organe gebildet werden, wie z. B. die Korkbildungen auf den Zweigen von *Evonÿmus verrucōsus*. Dagegen sind

5) Buckel oder Höcker (tubercŭla) die kleineren Erhabenheiten derselben Art, wie sie die Oberfläche mancher Samen und Früchte, auch mancher Pollenkörner zeigt, in welchem Falle man die Theile höckerig oder gebuckelt (tuberculātus) nennt.

6) Wärzchen (papillae) sind ganz kleine, nur von den einzelnen Oberhautzellen gebildete, daher fast nur mit bewaffnetem Auge erkennbare Erhabenheiten, die am verbreitetsten an den Narben der Stengel, auch an manchen Blumenblättern vorkommen und den Theilen die Bezeichnung papillös (papillōsus) verleihen.

7) Stacheln (aculĕi), im allgemeinen alle mehr spitzen und daher stechenden isolirten Erhabenheiten, die jedoch morphologisch sehr verschiedenen Charakter haben können, indem sie als reine Oberflächenbildung etwa nur an Pollenkörnern (wo sie von der Exine gebildet sind), im übrigen, besonders an Stengeln, Blättern ꝛc, als besondere Organe auftreten. In der ganz allgemeinen Bedeutung des Begriffes können auch alle genannten Theile die Bezeichnung stachelig (aculeātus) erhalten.

b. Vertiefungen in der Oberfläche werden wieder nach ihrer Form unterschieden in

8) Furchen (sulci), d. s. linienförmige, meist gerade, rinnenförmige Vertiefungen, welche gewöhnlich in der Längenrichtung der Pflanzentheile verlaufen und diesen den Namen gefurcht (sulcātus) geben, wie an den Stengeln der meisten Doldengewächse.

9) Streifen oder Rillen (striae oder striŏlae) unterscheiden sich von den Furchen nur durch schwächere und schmälere Vertiefungen, die mit unbewaffnetem Auge nicht mehr deutlich wahrgenommen werden können. Solche Theile, wie z. B. der Halm von *Juncus conglomerātus*, heißen gestreift (striātus).

10) Grübchen (fovĕae oder fovĕolae), d. s. isolirte Vertiefungen von runder oder eckiger Form. Stehen dieselben sehr dicht, so geben sie der Oberfläche das Ansehen von Bienenwaben oder auch einer netzförmigen Zeichnung und man bezeichnet dieselbe darnach als grubig oder bienenwabig (foveolātus) oder auch netzförmig (reticulātus). Beispiele geben die Samen des Mohns, der *Euphorbia* ꝛc. Sind die Grübchen relativ sehr klein, so daß sie zu weit von einander entfernt stehen, um eine netzförmige Zeichnung hervorzubringen, so nennt man die Oberfläche punktirt (punctātus).

II. Auf diejenige Oberflächenbeschaffenheit, welche sich nur durch das Gesicht wahrnehmen läßt, beziehen sich folgende Bezeichnungen:

11) Glänzend (nitĭdus), wenn die Oberfläche das Licht reflectirt, so wie jede andere spiegelnde Oberfläche, z. B. die Samen von *Amarānthus retrofl̆exus*, die Nüßchen von *Rumex crispus*, die Oberseite schwimmender Blätter, z. B. von *Potamogĕton natans*, oder mancher lederartiger Blätter.

12) Matt oder glanzlos (opăcus), das Gegentheil von glänzend, also jede nicht spiegelnde Oberfläche.

III. Die nur durch das Gefühl wahrnehmbaren Beschaffenheiten der Oberfläche beschränken sich auf die einzige, welche man als

13) Klebrig (glutinōsus) bezeichnet, und die ihren Grund in gewissen Secreten hat, mit denen die Oberfläche sich bedeckt, wie auf den Blättern der *Alnus glutinōsa*, auf den Knospenschuppen vieler Bäume, auf dem Stengel der Pechnelke ꝛc.

IV. Auf die Beschaffenheit der Oberfläche ist endlich auch von Einfluß der Ueberzug der Pflanzen, der durch besondere Organe gebildet wird, nämlich durch die Oberhautbildungen, Trichome oder Haare im weiteren Sinne (☞ §. 53.). Diese Bildungen werden nach ihrer Beschaffenheit wieder mit verschiedenen Namen belegt, und besonders giebt es zur Bezeichnung der durch die Beschaffenheit der Trichome bedingten verschiedenen Form der Behaarung eine Reihe von Ausdrücken; diese sind im Kapitel, welches speciell von den Trichomen handelt, aufgeführt. Wenn man aber im allgemeinen diese Bildungen Haare (pili) nennt, so kann man ebenso allgemein die Oberfläche eines Pflanzentheiles als behaart (pilōsus) oder als kahl (glaber) bezeichnen, je nachdem er mit Haaren versehen ist oder aller im weitesten Sinne zu den Trichomen gerechneten Bildungen entbehrt.

C. Von der Härte und Consistenz der Pflanzentheile.

§. 23. Diejenigen verschiedenen Beschaffenheiten der Körper, welche sich durch den ungleichen Widerstand zu erkennen geben, den sie beim Schneiden, Drücken und Biegen leisten, bezeichnen wir im allgemeinen als Härtegrad und Consistenz. Viele derselben finden wir auch bei den Pflanzen; sie sind daher in der Botanik ebenfalls Gegenstand einer schärferen Unterscheidung und Begriffsbestimmung. Handelt es sich nur um ganz allgemeine Bezeichnungen, so reden wir von hart (durus)

§. 23. und weich (mollis); ferner von steif (rigĭdus), wenn der Körper sich nicht beugen läßt, von biegsam (flexĭlis), das Gegentheil davon, von zäh (tenax), wenn der Pflanzentheil sich wohl biegen läßt, aber dabei nicht leicht zerbricht oder zerreißt, und von zerbrechlich oder brüchig (fragĭlis), wenn er beim Biegen leicht bricht. Um aber die Härte und die Consistenz eines Pflanzentheiles genauer anzugeben, bedarf es vieler besonderer Bezeichnungen. Die am häufigsten angewendeten dieser Art sind folgende. Ihre Bedeutung ergiebt sich zum Theil aus der Bezeichnung von selbst, da die letztere meist auf einem Vergleich mit Gegenständen von allgemein bekannter Beschaffenheit beruht.

1) Steinhart (lapidĕus), z. B. die Früchte des Steinsamens (*Lithospĕrmum*).

2) Knochen- oder beinartig (ossĕus), z. B. die Steinkerne der Kirschen, Pflaumen, Mispeln, *Crataegus* ꝛc.; auch das Sameneiweiß der Steinnuß (*Phytelĕphas*).

3 Holzig (lignōsus), was in seiner Beschaffenheit dem eigentlichen Holze der Bäume ähnelt, also Stengel vieler Kräuter, in denen das Holzgewebe stark entwickelt ist, oder andere Pflanzentheile, deren Zellen später holzähnliche Beschaffenheit annehmen, wie die Zapfen vieler Nadelbäume, die Becherhülle der Buche, die Schale vieler Früchte, besonders der Nüsse.

4) Krustig (crustacĕus), von harter, aber leicht zerbrechlicher, spröder Beschaffenheit, besonders wenn der Pflanzentheil dünn ist, wie die Schale mancher Samen und wie viele der kleineren Pilze, besonders der Pyrenomyceten, Discomyceten und Flechten, z. B. die Perithecien derselben. Da diese pilzlichen Theile gewöhnlich zugleich durch tief schwarze Färbung sich auszeichnen, so nennt man wohl auch ihre Beschaffenheit kohlig (carbonacĕus).

5) Hornartig (cornĕus), zwar hart, aber nicht zerbrechlich und von großer Dichtigkeit, jedoch schneidbar; z. B. das Sameneiweiß zahlreicher Pflanzen.

6) Wachsartig (ceracĕus), ein geringerer Grad der vorigen Beschaffenheit, vorzüglich durch die Leichtigkeit des Schneidens unterschieden, z. B. die Fruchtkörper mancher Becherpilze (*Pezīza*).

7) Korkartig (suberōsus), der Beschaffenheit des pflanzlichen Korkes entsprechend, also wo Trockenheit, Weichheit und leichte Schneidbarkeit mit geringer Dichtigkeit und daher mit geringem specifischen Gewicht der Substanz verbunden ist; daher eben vorzugsweise bei den aus Kork gebildeten Pflanzentheilen.

8) Schwammig (spongiōsus), ein noch schwächerer Grad des Korkartigen, durch noch größere Porosität und gewisse Elasticität ausgezeichnet.

9) Knorpelartig (cartilaginĕus), zwischen der Knochenhärte und der gallertartigen Beschaffenheit die Mitte haltend, wie der Thallus mancher Seetange.

10) Gallertartig (gelatinōsus), in Folge großen Wassergehaltes weich, aber in sich fest zusammenhaltend, elastisch, seine Form behaltend, daher bei leichtem Druck oder Berührung zitternd, wie der Thallus vieler Algen, z. B. mancher Seetange, von *Nostoc*, den Gallertflechten ꝛc.

11) Fleischig (carnōsus), von formbeständiger, saftreicher, weicher, leicht schneidbarer Beschaffenheit, aber nicht elastisch zitternd, wie die Stengel der Cacteen, die Blätter vieler anderer sogenannter succulenter Pflanzen, wie *Sempervīvum* ꝛc., das Fleisch der beerenartigen Früchte, der Fruchtboden der Erdbeeren ꝛc.

12) Breiig (pulpōsus), ein höherer Grad der fleischigen Beschaffenheit, aber ohne Formbeständigkeit, daher durch die geringste Kraft zerdrückbar und zertheilbar, z. B. das Fleisch der Hülsen von *Cassia* und *Tamarīndus*.

13) Schleimig (mucilaginōsus), derjenige Zustand, den stark quellbare Theile in Folge der Aufnahme großer Wasserquantitäten annehmen und der zwischen dem festen und dem flüssigen Aggregatzustand die Mitte hält, also der höhere Grad des Gallertartigen, bei dem die Formbeständigkeit verloren ist, z. B. die äußeren Theile der Samenschalen des Leins, der Quitte, wenn diese Theile mit Wasser benetzt worden sind.

14) Lederartig (coriacĕus) wird gebraucht von dünnen Theilen, wenn dieselben eine dem thierischen Leder entsprechende Consistenz haben, wie z. B. die Blätter vieler immergrüner Gewächse, manche Hülsen ꝛc.

15) Hautartig oder dünnhäutig (membranacĕus), von der vorigen Beschaffenheit durch geringere Dicke und leichtere Biegsamkeit unterschieden, wenn

damit zugleich eine gewisse Weichheit und Geschmeidigkeit verbunden ist, also entsprechend einem thierischen Häutchen, z. B. die meisten Blumenblätter, der Thallus vieler Laubflechten und mancher Tange.

16) Krautig (herbacĕus), ein Mittelzustand zwischen leder- und hautartig, wie ihn die meisten grünen blattartigen Organe, die meisten Laubblätter und Kelche zeigen, welche dicker sind als daß sie mit einer Haut verglichen werden könnten und dabei eine gewisse saftige Weichheit und Geschmeidigkeit, nicht die zähe und feste Beschaffenheit des Leders haben.

17) Trockenhäutig oder skariös (scariōsus), ganz dünn hautartig und dabei saftlos, trocken, beim Anfühlen raschelnd, nie von grüner Farbe, z. B. die Hüllblätter von *Helichrȳsum*, *Gnaphalium*, *Xeranthĕmum*, die Nebenblätter der Paronychiaceen 2c.

D. Von der Farbe der Pflanzentheile.

§. 24. Zu den allen Pflanzen eigenen Merkmalen gehören auch die Farben. Das Pflanzenreich bietet einen außerordentlichen Reichthum an Farben, und wenn dieselben auch in naturhistorischer Wichtigkeit in den meisten Fällen hinter den anderen Merkmalen zurückstehen, so bedarf doch die Botanik auch zu ihrer Bezeichnung eine Reihe bestimmter Ausdrücke. Da bei den meisten höheren Pflanzen die grüne Farbe allgemein ist und die Mehrzahl der Theile grün aussieht, so nennt man hier wohl auch einen Pflanzentheil, wenn er eine andere als grüne Farbe hat, gefärbt (colorātus). Ferner beziehen sich auf Farbenverhältnisse im allgemeinen folgende Ausdrücke:

a. Verschieden- oder ungleichfarbig oder zweifarbig (discŏlor oder bicŏlor), wenn zweierlei Farben vorhanden sind, meist so daß zwei Flächen desselben Körpers verschiedene Farben haben, z. B. die Blätter von *Tradescantia discŏlor*, von *Begonia discŏlor* 2c.

b. Buntfarbig, scheckig (variegātus), wenn zwei oder mehrere Farben auf derselben Fläche vorhanden sind. Gescheckte Blätter mit grünen und weißen oder gelben Streifen oder Flecken nennen die Gärtner überhaupt panachirt (panaché der Franzosen, farbenstreifig, buntstreifig), z. B. beim Bandgras, einer Varietät von *Phalāris arundinacĕa*.

c. Gefleckt (maculātus oder guttātus), wenn auf derselben Fläche die zweite Farbe, die dann meist dunkel ist, in Form begrenzter Flecken auftritt, z. B. auf den Blättern von *Arum maculātum*, *Orchis maculāta* 2c.

d. Brandfleckig (sphacelātus oder ustulātus), wenn der Pflanzentheil nur an einer Stelle, häufig an der Spitze einen braunen oder schwärzlichen, wie vom Feuer angebrannten Fleck hat, z. B. die Hüllblätter der *Senecio*-Arten, die Scheidenzähne des Acker-Schafthalmes, auch die Nebenblätter der Futterwicke auf ihrer Mitte.

Um die Farben selbst zu bezeichnen, muß man in der Botanik folgende 8 Grundfarben unterscheiden, die jedoch in keiner Beziehung stehen zu der Eintheilung der Farben in der Optik, weil es hier vielmehr nur darauf ankommt, wie die Farben dem Auge erscheinen. Mehrere der nachstehenden Grundfarben sind nämlich selbst nur Combinationen zweier anderer Farben, aber sie treten auch wieder in so vielen besonders zu bezeichnenden Nüancen auf, daß wir sie mit zu den Hauptgattungen der Farben rechnen. Wir bemerken hier nur, daß die meisten Farben der Pflanzen durch eigenthümliche Farbstoffe verursacht werden, welche Bestandtheile der Pflanzenzellen sind und über welche das Nähere in der Lehre von den Pflanzenzellen zu finden ist.

1) **Weiß** (albus) wird, da es im optischen Sinne überhaupt keine Farbe ist, auch durch keinen eigenen Farbstoff der Pflanze erzeugt. Weiß erscheinen nämlich alle diejenigen Pflanzentheile, welche aus Zellen bestehen, die farblos und durchsichtig sind, aber in oder zwischen sich Luft enthalten. Es wird dadurch ein Lichtreflex erzeugt, welcher die Durchsichtigkeit aufhebt und das weiße Aussehen hervorbringt, gerade so wie der weiß erscheinende Schaum des an sich farblosen und durchsichtigen Wassers.

§. 24. Schneeweiß (nivĕus), rein weiß, ohne andere Beimiſchung, Blkrone von *Convolvŭlus sepium* und zahlreiche andere.

Glänzendweiß (candĭdus), weiß mit etwas Glanz. Perigon von *Lilĭum candĭdum*.

Silberweiß (argentĕus), ins Bläuliche ſpielendes Weiß mit Metallglanz, durch die Behaarung hervorgebracht. Blkr von *Elaeāgnus angustifolĭa* und *Potentĭlla anserīna*.

Milchweiß (lactĕus), mattweiß, ins Bläuliche ſpielend. Perigon von *Iris florentīna*.

Kreideweiß (cretacĕus), mattweiß, etwas ins Grauliche. Blkrblätter von *Crambe maritĭma*.

2) **Schwarz** (niger) iſt der allgemeinſte Ausdruck für Schwarz und wird als Speciesbezeichnung bisweilen ſogar nur im Gegenſatz zu Weiß gebraucht. *Sināpis nigra* und *alba; Populus nigra* und *alba; Morus nigra* und *alba* ꝛc. Schwarz wird bei den Pflanzen faſt immer nur durch Anhäufung anderer Farbſtoffe hervorgebracht, welche in dicken Lagen wie Schwarz erſcheinen, namentlich durch dunkelbraun, purpurroth, blau und violett. Wir unterſcheiden etwa noch

Sammetſchwarz, kohlſchwarz (ater), als ſchwarz ohne Beimiſchung, wie die Flecken auf manchen Blättern und Blkronen und die Samen der Küchenzwiebeln, der Kornrade, des Portulak ꝛc. und die Perithecien vieler Pyrenomyceten.

Pech- oder theerſchwarz, bräunlichſchwarz (picĕus), ſchwarz ins Bräunliche ſpielend, wie die Blüten von *Juncus atrātus*.

3) **Grau** (grisĕus), dunkelgrau, ſteingrau, allgemeine Bezeichnung der grauen Farbe, ein reines Grau.

Aſchgrau oder ſchwarzgrau (cinerĕus), die Farbe der Aſche, zwiſchen Weiß und Schwarz die Mitte haltend.

Weißgrau oder greisgrau (incānus oder canus), blaßgrau, zwiſchen weiß und grau ſchwankend, meiſt durch einen dichten Haarüberzug hervorgebracht. Unterſeite der Blätter von *Alnus incāna*, die ganze Pflanze *Farsetĭa incāna*.

Rauchgrau (fumĕus oder fumigātus), bräunlichgrau.

Mäuſegrau (murīnus), grau mit einem Zuge ins Röthliche.

Bleigrau (plumbĕus), grau, ins Bläuliche ziehend.

4) **Braun** (brunnĕus), tiefbraun, dunkelbraun, ein dem Schwarzen ſich näherndes, geſättigtes Braun.

Umberbraun (umbrīnus), ein helles, reines Braun.

Kaſtanienbraun (badĭus, castanĕus), ein ins Röthliche ſpielendes dunkles Braun. Perigon von *Luzŭla campēstris*, Samen der Roßkaſtanie.

Rothbraun (fuscus), ein etwas ins Grauliche oder Röthliche ſpielendes helleres Braun. Blüten von *Luzŭla pilōsa*.

Roſtfarbig (ferruginĕus), braun mit röthlich-gelblicher Beimiſchung. Unterſeite der Blätter von *Rhododēndron ferruginĕum*.

Leberbraun (hepatĭcus), dunkelbraun mit grünlichem Anſtrich. Außenſeite der Blkr. von *Scopolīna atropoīdes*.

5) **Roth** (ruber), das reine, helle, brennende Roth, z. B. das der Früchte der Erdbeere. Außerdem benutzt man noch für die verſchiedenen Abſtufungen folgende, zum Theil ſchwer zu trennende Bezeichnungen.

Carminroth, hochroth, granatroth, ſcharlachroth (punicĕus, coccinĕus), ein reines, lebhaftes, geſättigteres Roth. Blume von *Lychnis chalcedonĭca* und *Punĭca granātum*.

Zinnoberroth (cinnabarīnus), dunkelroth, etwas ins Orangerothe ſpielend. Früchte von *Berbĕris vulgāris*.

Feuerfarbig (ignĕus, flammĕus), ein lebhaftes, etwas ins Gelbliche ziehendes Scharlachroth. Blume von *Tropaeŏlum majus*.

Mennigroth (miniātus), matt gelbroth. Blkr. von *Anagāllis arvēnsis*.

Ziegelroth (lateritĭus), helles, aber mattes Roth, durch Beimiſchung von Ockergelb.

Blutroth (sanguinĕus), ein braunſchwärzliches Roth. Farbe des Bluts. §. 24.
Zweige von *Cornus sanguinĕa*.
Purpurfarbig (purpurĕus), ein dunkles, geſättigtes Roth, bald ins Bläuliche, bald ins Bräunliche ſpielend. Blkr. von *Digitālis purpurĕa*.
Roſenroth (roſĕus), ein blaſſes, reines Carminroth. Blume der Gartenroſe (*Rosa centifolia*) und des roſenrothen Weidenröschens (*Epilobium roſĕum*).
Pfirſichblütroth (persicīnus), ein blaſſes etwas ins Bläuliche ſpielendes Roth. Blumenblätter der Pfirſiche.
Fleiſchfarbig (carnĕus, incarnātus), röthlichweiß. Blüte der Hundsroſe.
Zimmtfarbig, zimmtbraun (cinnamomĕus), ein helles Braun mit ſtarker Beimiſchung von Gelb und Roth. Farbe der Zimmtrinde.
Kupferroth, kupferfarbig (cuprĕus), bräunlichroth mit Metallglanz.
6) **Blau** (caerulĕus), gemeinblau. Blumenkrone des Sumpf-Vergißmeinnicht (*Myosōtis palūstris*) und der *Veronĭca chamaedrys*.
Kornblumenblau oder berlinerblau (cyanĕus), geſättigtes Blau, dunkler als Himmelblau. Blkr. von *Polemonium caerulĕum* und der Kornblume (*Centaurēa cyănus*).
Lazurblau oder himmelblau (azurĕus), reinblau mit röthlichem Schimmer. Blkrone von *Gentiāna ciliāta*.
Violett oder veilchenblau (violacĕus), ein gleiches Gemiſch von Blau und Roth; Farbe der Veilchen (*Viŏla odorāta*).
Lila, lilafarbig (lilacīnus), ein ſehr blaſſes Violett, das blaſſeſte Veilchenblau. Blume von Lilak oder *Syrīnga vulgāris*.
Hecht- oder lavendelblau (caesĭus), blaßblau mit etwas Grau. Der Reif der Brombeere (*Rubus caesius*).
7) **Gelb** (lutĕus, flavus), rein gelb, gewöhnliches, ſattes Gelb. Blte von *Hemerocāllis flava* und *Nuphar lutĕum*.
Dottergelb (vitellīnus), dunkelgelb, welches etwas ins Bräunliche ſpielt, Farbe des Eidotters (vitĕllus). Blkr. von *Galium verum*.
Safrangelb (crocĕus), dunkelrothgelb. Samenmantel des *Evonўmus europaeus* und Farbe des Safrans (*Crocus*).
Pomeranzengelb oder orangefarbig (aurantiăcus), gelb mit ziemlich viel Roth, etwas heller als ſafrangelb. Farbe der Pomeranzenſchalen.
Citronen- oder goldfarbig (citrīnus, aurĕus), das reinſte und tiefſte Gelb. Blkr. von *Lysimachia vulgāris* und Früchte des Apfelſinenbaumes.
Schwefelgelb (sulphurĕus), gelb mit etwas Weiß oder ins Grünliche ſpielend, Farbe des Schwefels. Blkr. der *Primŭla elatĭor*.
Strohgelb (straminĕus), ein reines mattes Gelb. Farbe des Strohes.
Iſabellfarbig (gilvus oder isabellinus[1]). Bräunlichgelb oder gelb mit etwas Grau und Roth.
Fahlgelb (fulvus). Mattgelb mit einer Beimiſchung von Grau und Braun.
Schmutziggelb oder leichengelb (lurĭdus), ganz helles Graugelb. Blkr. von *Hyoscўămus niger*.
8) **Grün** (viridis), allgemeiner Ausdruck für die grüne Farbe.
Smaragdgrün (smaragdīnus), reinſtes Grün, Farbe des Smaragds.
Meer- oder ſchimmelgrün, graugrün, blaugrün (glaucus), mattgrün, ſtark ins Graubläuliche ziehend. Stengelblte von *Brassĭca rapa* und *napus*, ſo wie von *Stellaria glauca*, Farbe des gemeinen Schimmels (*Penicillium glaucum*).
Lauchgrün (prasīnus), ein lebhaftes Grün mit bläulichem oder graulichem Anfluge.
Spangrün (aeruginōsus), lebhaftes Blaugrün, Farbe des Grünſpans. Viele Algen aus der Abtheilung der Phycochromaceen.
Olivengrün (olivacĕus), dunkelgrün mit Braun. Die jungen Zweige von *Juglans regĭa*, Blkr. von *Scrofulāria nodōsa*.

1) Nach Iſabella, Tochter Philipps II, welche 1601 das Gelübde that, ihr Hemd nicht eher, als nach der (1604 erfolgten) Eroberung von Oſtende zu wechſeln, wo es dann dieſe Farbe angenommen hatte.

E. Von der Dauer der Pflanzentheile.

§. 25. Das Leben und die Entwickelung der Pflanzen und ihrer Theile zeigen gewisse zeitliche Beziehungen, die wir um so mehr berechtigt sind nach unserer Zeiteintheilung in Jahre und Jahreszeiten auszudrücken, als sie meistens gerade mit diesen Zeiten in einem causalen Verhältniß stehen. Aber alle diese auf das Lebensalter, auf die Entwickelungszeiten und Entwickelungsperioden der Pflanze bezüglichen Thatsachen sind Gegenstand der Physiologie und in dem Abschnitte, der über die Perioden des Pflanzenlebens handelt, zu finden. Zu den allgemeinen Merkmalen der Pflanzen können wir nur die Dauer eines Pflanzentheiles im Verhältniß zu derjenigen der anderen mit ihm zugleich entwickelten Theile rechnen. In dieser Beziehung sind folgende Bezeichnungen im Gebrauch.

1) **Hinfällig** (cadūcus), wenn ein Organ schon vor oder kurz nach der Entfaltung eines mit ihm zugleich entwickelten Theiles abfällt, z. B. der zweiblättrige Kelch beim Mohne (Papaver), Nebenblätter der Eiche, Buche ꝛc.

2) **Abfällig** (decidŭus), wenn ein Organ erst einige Zeit nach seiner und seiner Genossen Entwickelung, jedoch geraume Zeit vor den letzteren abfällt, so daß es nicht mehr vorhanden ist, wenn das stehen gebliebene Organ seine vollständige Ausbildung erreicht hat, z. B. Kelch und Blumenkrone der Linden, Kirschen ꝛc. gegenüber der Frucht.

3) **Bleibend** (persistens), wenn ein Organ so lange oder länger bleibt als gleichzeitig mit ihm entwickelte, z. B. der Kelch der Erdbeeren (Fragaria) und der Birnen und Aepfeln.

II. Abschnitt.

Von den Elementarorganen der Pflanze. Lehre von der Pflanzenzelle.

A. Begriff und Theile der Pflanzenzelle.

§. 26. Die Substanz der Pflanze hat keine homogene Beschaffenheit, sondern ist zusammengesetzt aus kleinen Organen, die das unbewaffnete Auge meist nicht zu unterscheiden vermag und die erst unter dem Mikroskop deutlich wahrgenommen werden. Es giebt nur eine einzige Art von Elementarorganen im Pflanzenreiche, die **vegetabilische Zelle;** denn wo etwa noch Elementarorgane vorkommen, auf welche der Begriff der Zelle nicht paßt, da sind diese nur aus einer Mehrzahl von Zellen, die sich mit einander in besonderer Weise vereinigt haben (s. Gefäße, §. 44.), entstanden. Bei den niedrigsten und einfachsten Pflanzen, welche einzeln mit unbewaffnetem Auge nicht wahrzunehmen sind, wie z. B. die Hefepilze, besteht das ganze Individuum überhaupt nur aus einer einzigen Zelle (deshalb einzellige Pflanzen genannt), bei anderen nur aus wenigen, z. B. die Wasserfäden oder Conferven aus fadenförmig an einander gereiheten Zellen. Die größeren Pflanzen aber bestehen aus unzählig vielen, dicht zusammengelagerten und fest verbundenen Zellen, welche dann ein Zellengewebe (§. 47.) bilden.

Die Pflanzenzelle ist ein aus einer äußeren festen Haut und einem von dieser umgebenen, stofflich davon verschiedenen, meist weichen, unelastischen oder flüssigen Inhalte bestehendes Organ (s. Fig. 30.). Erstere wird als **Zellhaut, Zellmembran** oder **Zellwand,** letzterer im ganzen und im Gegensatz zu jener als **Zellinhalt** bezeichnet, während der bloße Raum, den die Zellhaut umschließt, ohne Rücksicht auf den Inhalt, die Zellhöhle oder das Lumen der Zelle genannt wird. Der Zellinhalt läßt sich aber noch genauer charakterisiren, denn er ist bei sämmtlichen Pflanzen, wenigstens in der jugendlichen Zelle, ein und dasselbe bestimmte Gebilde, welches **Protoplasma** oder **Plasma** genannt wird und auch in den meisten ausgebildeten Zellen noch vorhanden ist, wiewohl hier oft andere Bildungen in und neben ihm hinzutreten, welche zusammen mit ihm den Zellinhalt bilden. Bei gewissen Zellen kann späterhin der Inhalt vollständig ver-

§. 26.

schwinden, und Luft an seine Stelle treten; es sind *inhaltslose Zellen*. Solche sind freilich aus eben diesem Grunde nicht mehr lebendig; sie bilden aber einen wesentlichen Theil mancher Zellengewebe und wir müssen auch auf sie noch den Begriff der Zelle ausdehnen. Andererseits kann auch das Protoplasma mancher Pflanzenzellen in einer gewissen Entwickelungsperiode ohne Zellhaut existiren, wie bei den Schwärmsporen vieler Kryptogamen, die man daher als *nackte Zellen* bezeichnen kann. Ueberhaupt durchläuft die Pflanzenzelle, wie jedes lebendige Organ, eine Entwickelung, in deren einzelnen Stadien sie gesetzmäßigen Veränderungen unterworfen ist, so daß man ihr Wesen nicht aus einem einzelnen Zustande vollständig erkennen kann. Auch sind die einzelnen Zellen einer Pflanze meist nicht einander gleich; im jugendlichen Zustande sind sie zwar nur wenig oder kaum von einander verschieden, aber in ihrem ausgebildeten Zustande, in welchem sie der Pflanze zu verschiedenen Zwecken dienen, zeigen sie entsprechend diesen verschiedenen Funktionen eine große Mannichfaltigkeit, die sich sowohl in der Größe und Gestalt, als ganz besonders in der verschiedenen Beschaffenheit der Zellmembran und der Organisation des Zellinhaltes ausspricht.

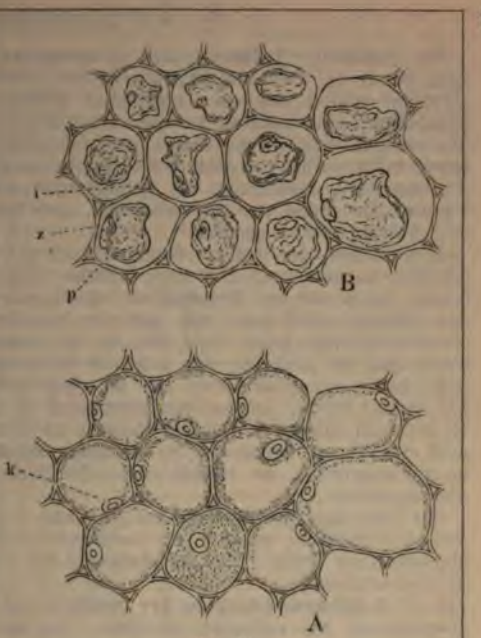


Fig. 30.

Stück eines Durchschnittes durch die Rinde eines jungen Halmes vom Rohrschilf (**Phragmites communis**), 300fach vergrößert, zeigt die Zusammensetzung aus **Zellen.**

A im lebendigen Zustande; in dem in den Zellen enthaltenen Protoplasma ist der Zellenkern (k) sichtbar.

B im getödteten Zustande, in welchem der Inhalt der Zellen (Protoplasma p) zusammengezogen, daher die Zellwand (z) deutlicher sichtbar ist; i Intercellulargänge.

Die *Größe* der meisten Pflanzenzellen liegt ungefähr zwischen den Grenzen 0,02 und 0,2 mm Durchmesser. Doch giebt es auch Zellen, welche die eine oder die andere Grenze überschreiten. Die kleinsten Zellen finden wir bei den niedrigsten einzelligen Pflanzen, den Bakterien, deren manche Arten nur 0,001 mm Durchmesser haben. Die langgestreckten Zellen, wie z. B. diejenigen des Holzes und Bastes überschreiten mit ihrem längsten Durchmesser jene Werthe bedeutend; derselbe kann bis 2 mm Länge erreichen; ja manche Haarzellen und die Zellen mancher großer einzelliger Algen, wie der Caulerpen ꝛc. werden mehrere Centimeter lang.

Ueber die *Gestalt* der Pflanzenzellen läßt sich Allgemeines wenig sagen, außer daß sie fast in jeder denkbaren Form auftreten. Diese richtet sich besonders je nach der Art des Zellengewebes, wo wir von diesen Gestalten besonders zu sprechen haben. Einer großen Mannigfaltigkeit der Zellformen begegnet man bei den einzelligen Pflanzen, wo besonders bei manchen großen Algen die Zelle sehr complicirte Form annimmt, sogar in ihren Wuchs- und Gestaltsverhältnissen an Stengel, Blätter und Wurzeln erinnert, wie dieses in der auffallendsten Weise bei den Siphoneen vorkommt.

B. Die Zellmembran.

§. 27. Die **Zellhaut, Zellwand** oder **Zellmembran** ist an allen jungen Zellen (Fig. 30, z) ein zartes, gleichmäßig dünnes, durchsichtiges, farbloses, elastisches Häutchen, gebildet aus einer organischen Substanz, Cellulose, gemengt mit Aschebestandtheilen, durchtränkt (imbibirt) von Wasser und durchdringbar für Wasser. Mit weiterer Entwickelung können jedoch chemische Veränderungen an ihr eintreten, durch welche die genannten Eigenschaften theilweis mit verändert werden. Die chemischen Eigenschaften der Zellmembran, welche im folgenden Paragraph behandelt sind, lassen wir hier außer Acht, und haben es zunächst mit dem Bau der Zellmembran zu thun.

Die Substanz der Zellhaut stammt überall aus dem Protoplasma, wird aus demselben ausgeschieden. Dies wird bewiesen durch die nackten Zellen (Schwärmsporen), welche nur aus Protoplasma bestehen und so später an ihrer Oberfläche eine Zellhaut ausscheiden; auch geht dies aus der Thatsache hervor, daß nur protoplasmahaltige Zellen fähig sind, sich zu vermehren, d. h. durch neue Zellmembranen sich zu theilen, und daß auch die Zellhaut keinerlei Wachsthum mehr zeigt, sobald das Protoplasma aus der Zelle verschwunden ist. Die Substanz, aus welcher sich die Zellmembran bildet, muß in irgend einer chemischen Form, die wir nicht kennen, in gelöstem Zustande im Protoplasma vorhanden sein und wird erst fest und nimmt erst die chemischen Eigenschaften der Zellmembran an in dem Augenblicke, wo es sich an der Oberfläche des Protoplasmas als Häutchen organisirt.

Die Haut jeder Zelle wächst eine Zeit lang, d. h. erzeugt neue kleinste Theilchen ihrer Substanz zwischen den vorhandenen. Dieses geschieht sowohl in der Richtung ihrer Fläche (Flächenwachsthum), als auch in der Richtung der Dicke (Dickenwachsthum).

§. 28. I. Das **Flächenwachsthum der Zellhaut** hat zur unmittelbaren Folge die Vergrößerung des Umfanges der Zelle. Auf ihm beruht somit auch jegliches Wachsthum der ganzen Pflanze, denn diese ist nur aus Zellen zusammengesetzt. Mit der Vergrößerung der Zellen geht freilich häufig eine Vermehrung derselben durch Theilung (§. 40.) Hand in Hand, so daß in wachsenden Pflanzentheilen gewöhnlich auch die Zahl der Zellen entsprechend vermehrt wird; aber die bloße Vermehrung der Zellen durch Theilung würde keinerlei Wachsthum einer Pflanze bewirken können, wenn nicht Flächenwachsthum der Zellmembranen stattfände. Dieser Proceß bedingt aber auch die Gestalt der Zelle. Die letztere kann nur dann bei ihrer Vergrößerung in der Gestalt unverändert bleiben, wenn das Flächenwachsthum an allen Punkten der Zellhaut gleichmäßig erfolgt; z. B. runde Zellen behalten dann ihre Kugelform bei. In den meisten Fällen ist aber dieses Wachsthum nicht an allen Punkten der Zelle gleich, und das hat bedeutende Veränderungen der Gestalt der Zelle zur Folge. Es handelt sich hierbei immer um ein local gesteigertes Wachsthum der Membran, und je nach den Punkten der Zelle, an welchen dies stattfindet, unterscheidet man folgende Formen des localen Flächenwachsthumes: 1) Spitzenwachsthum, wenn die Flächenzunahme nur an einem Punkte der Zellwand stattfindet und rings um diesen herum rasch und gleichmäßig abnimmt, so daß dieser Punkt als eine Ausackung und, wenn der Proceß lange dauert, als das Ende eines fortwachsenden Schlauches erscheint. So wachsen aus den Sporen die Keimschläuche, aus den Pollenzellen die Pollenschläuche, aus Epidermiszellen die Haare hervor; so wachsen auch die Hyphen der Pilze und werden dadurch zu schlauch- oder fadenförmigen Zellen, wobei es immer die äußerste Spitze des Fadens ist, welche durch ihr Flächenwachsthum die Verlängerung bedingt. Treten an der Seite der Zellen ein oder mehrere solche Punkte localisirten Flächenwachsthums auf, so bekommt die Zelle Aeste, wie viele Haarzellen und die meisten fadenförmigen Zellen der Pilze, oder kürzere Strahlen, wie die sternförmigen Zellen im Marke der Binse und im Schwammgewebe der meisten Blätter. 2) Intercalares Wachsthum, wenn umgekehrt statt einzelner Punkte oder Pole der Zelle ein ganzer Gürtel derselben allein oder vorwiegend in die Fläche wächst. Dieser umfaßt sehr oft den ganzen Umfang der Zelle mit

Ausnahme der beiden Endflächen; so besonders bei den meisten im Zellgewebe der Stengel und Wurzeln vorkommenden prismatischen oder cylindrischen Zellen, welche anfangs ungefähr isodiametrisch sind und ihre langgestreckte Gestalt dadurch erlangen, daß die dieser Richtung parallelen Seitenwände der Zelle in ihrer ganzen Ausdehnung in dieser nämlichen Richtung in die Fläche wachsen. Ein besonderer, seltener Fall ist es, wenn nur ein schmaler rings um die Seiten der Zelle gehender Gürtel der Membran Flächenwachsthum zeigt, wie es bei den Zellen der Fadenalgen *Oedogonium* vorkommt. Hier bildet sich unterhalb der Querwand, an welcher die Zellen mit einander verbunden sind, eine nach innen wulstartig vorspringende Ablagerung von Zellstoff; dort bekommt die Zellhaut eine ringförmig um die Zelle laufende Spalte, worauf die beiden Stücke auseinander weichen, aber nun durch eine neue Zone von Zellhaut verbunden sind, welche sich durch Ausdehnung jenes Wulstes gebildet hat. Auf der neuen Zellhautzone wiederholt sich dieser Vorgang mehrmals, so daß dann die Ränder der auseinandergewichenen Zellhautstücke außen wie Kappen übereinandersitzen. Eine andere Erscheinung, die durch localisirtes Flächenwachsthum verursacht wird, ist die Faltung der Zellhaut, z. B. an den Mesophyllzellen der Kiefernadeln; einzelne Stellen der Seitenwände erleiden ein stärkeres Flächenwachsthum; da aber bei der Verwachsung der Zellen untereinander hier kein Raum zur Ausdehnung nach außen ist, so schlägt sich die betreffende Stelle der Membran als eine Falte einwärts in den Raum der Zelle.

§. 29. II. Das **Dickenwachsthum der Zellhaut** bewirkt nur die Zunahme der Dicke der Membran und findet, wenn auch nicht ausnahmslos, aber meistens erst dann statt, wenn die Zelle durch das Flächenwachsthum ihre endliche Größe erreicht hat. In den meisten Fällen geschieht dieses Dickenwachsthum nicht gleichförmig, sondern so, daß gewisse Stellen sich stärker verdicken und daher auf der Fläche der Zellhaut als Vorsprünge erscheinen, und je nachdem die letzteren auf der Innenfläche oder auf der Außenfläche der Zellhaut stehen, unterscheidet man centripetales und centrifugales Dickenwachsthum. Im ersteren Falle erfolgt also die Zunahme der Dicke durch Einschaltung neuer Zellstoffmolecüle gegen die Innenseite der Zellhaut. Es wird dadurch, vorausgesetzt daß keine Vergrößerung der Zelle dabei stattfindet, das Lumen derselben verengert, und es giebt Zellen, bei denen diese Verdickung der Membran so weit fortschreitet, daß endlich die Zellhöhle fast so gut wie ganz verschwindet, wie besonders bei den Bastfasern und bei den Zellen mancher Samenschalen. Da das centripetale Dickenwachsthum meistens nur auf bestimmte Stellen der Zellwand beschränkt oder an diesen am gefördertsten ist, so entsteht auf der Innenfläche der Zellwand eine Sculptur, die je nach der Form der verdickten vorspringenden und der dünneren Stellen verschiedenes Aussehen hat. Es kommen hauptsächlich folgende Formen der Verdickung vor:

1) Isolirte vorspringende Warzen oder Zapfen, indem das Dickenwachsthum nur auf diese Punkte beschränkt ist, wie z. B. bei den Wurzelhaaren von *Marchantia* (Fig. 31.).

2) Längsfasern, d. s. auf der Innenseite der Zellhaut in der Längsrichtung der Zelle liegende Fasern, z. B. in Zellen der Samenschale von *Cucurbita*, in denjenigen der Antherenwände von *Calceolaria*, *Pentstemon* ꝛc., auch in großen Zellen der Luftwurzeln von Orchideen.

3) Ringfasern, d. s. ringförmig geschlossene, rings um die Innenseite der Zelle herumlaufende schmale Wülste oder Bänder, deren die Zelle meist mehrere enthält, die in

Fig. 31.
Stücke von Wurzelhaaren der *Marchantia polymorpha*; Zellmembran auf der Innenseite durch Warzen, Zapfen ꝛc. verdickt. Stark vergrößert.

§. 29. Zwischenräumen über einander stehen (Fig. 32, b). Solche Zellen werden Ringfaserzellen genannt; am verbreitetsten finden sie sich in den Gefäßbündeln, wo sie meistens zu Gefäßen vereinigt sind.

4) Spiralfasern (Fig. 32, a), von den Ringfasern, mit denen sie übrigens bisweilen in einer und derselben Zelle abwechseln (Fig. 32, b), nur dadurch unterschieden, daß sie in Form eines zusammenhängenden Spiralbandes rings um die Innenseite der Zelle verlaufen. Man redet dann von Spiralfaserzellen, die ebenfalls in den Gefäßbündeln als Gefäße und vielfach anderwärts im Pflanzenreiche vorkommen. Die Spiralfaser kann einfach oder auch doppelt (Fig. 32, a) und sogar dreifach sein; im letzteren Falle sind zwei oder drei einander gleiche und stets in gleicher Richtung und genau parallel laufende Spiralbänder vorhanden. Wenn diese Fasern sehr dick und fest, die dazwischen liegenden Theile der Zellhaut aber dünn und leicht zerstörbar sind, so werden beim Durchschneiden die Spiralbänder als lange isolirte Fasern hervorgezogen, wie bei den sogenannten abrollbaren Spiralgefäßen in den Gefäßbündeln. Aus demselben Grunde isoliren sich bisweilen auch die Ringfasern schon innerhalb der Pflanze.

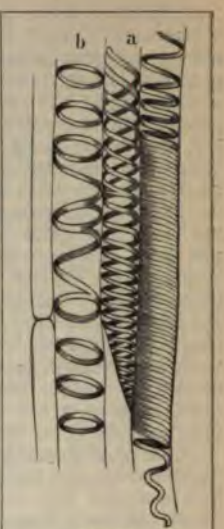


Fig. 32.
Ringfasern (b) und **Spiralfasern** (a) als Verdickung der Membran in Ring- und Spiralgefäßen aus dem Stengel einer krautartigen Pflanze. Stark vergrößert.

5) Netzfasern, d. s. netzförmig angeordnete Verdickungsfasern, wie sie ebenfalls in den Gefäßbündeln, in den Zellen der Antherenwand vieler Pflanzen ꝛc. vorkommen. Solche Zellen heißen Netzfaserzellen. Die Verdickungsfasern bleiben hier immer fest im Zusammenhange, rollen sich nicht ab. Nicht scharf von dieser Form zu trennen ist

6) Leiter- oder treppenförmige Verdickung (Fig. 36.), wo die verdickten Leisten sehr dicht stehen und vorzugsweise in der Querrichtung parallel gestellt, stellenweise aber auch durch Zwischenstücke netzförmig verbunden sind, so daß nur schmale parallele Streifen zwischen ihnen unverdickt bleiben, die Innenfläche der Zellhaut also das Bild einer Leiter oder Treppe darbietet. Diese Verdickung ist in den Gefäßzellen der Farne besonders schön ausgebildet.

7) Wenn von der Verdickung nur verhältnißmäßig kleine punktförmige Stellen ausgeschlossen bleiben, so heißen dieselben Tüpfel (maculae), und eine solche Membran getüpfelt, die Zellen selbst Tüpfelzellen. Diese Verdickungsform ist am verbreitetsten, und sie zeigt wieder viele Mannigfaltigkeit. Tüpfel kommen vorzugsweise in solchen Zellen vor, welche mit anderen im Zusammenhange stehen, also besonders in den Zellgeweben, und es ist eine allgemeine Erscheinung, daß genau an den Punkten der Membran, wo die eine Zelle Tüpfel bildet, auch in den Nachbarzellen solche entstehen, so daß immer die Tüpfel mit einander correspondiren, und die beiden Zellen an diesen Punkten nur durch das dünne Stück ihrer Membranen, welches an der Verdickung nicht Theil genommen hat, getrennt sind (Fig. 33.). Ist die Zellwand nur mäßig verdickt, so erscheinen auf ihr die Tüpfel als seicht vertiefte Stellen; verdickt sie sich aber sehr stark, so werden die Tüpfel kanalförmig, sogenannte Tüpfelkanäle, wie sie Fig. 33. zeigt. Dieselben gehen quer durch die Membran und sind nach der Zellhöhle offen, nach außen durch die ursprüngliche Membran verschlossen. Bei sehr starker Verdickung kommt es häufig vor, daß zwei benachbarte Tüpfelkanäle nach innen zu sich gabelförmig zu einem einzigen Kanal vereinigen. Am complicirtesten sind die Tüpfelkanäle in den Zellen der Samenschale der Paranuß und der Magnolien, wo sie nach allen Richtungen netzförmig mit einander anastomosiren. Die Tüpfel sind von der Fläche der Zellhaut gesehen bald von runder Form, bald schmal spaltenförmig und dann gewöhnlich schief zur Längsachse der Zelle gerichtet. Im

§. 29.

Fig. 33.

Zwei **Tüpfelzellen** aus dem Sameneiweiß einer Palme, im Durchschnitt. Die kanalförmigen Tüpfel der benachbarten Zellen correspondiren immer, so daß die Zellen daselbst nur durch eine dünne Stelle der Membran getrennt sind. Die untere Zelle zeigt sich gerade in ihrer Mitte durchschnitten; die hier vom Schnitte getroffenen Tüpfel sind daher auch in ihrer ganzen Ausdehnung in der Membran zu sehen. In der oberen Zelle ist auch die hintere Zellwand vorhanden; auf dieser sieht man die Mündungen der Tüpfel als runde Löcher. 300fach vergrößert.

letzteren Falle stehen die einander correspondirenden Tüpfel von Zelle und Nachbarzelle gekreuzt, weil sie in jeder Zelle in gleicher Richtung auf das Centrum derselben bezogen gestellt sind. Im Laufe seiner Ausbildung kann der Tüpfel selbst seine Form ändern: anfangs weiter und von runder Form kann er späterhin sich verengen oder spaltenförmig werden, dann erscheint er auf der Flächenansicht wie eine rundliche Oeffnung, über welche ein Spalt geht. Oder der spaltenförmige Tüpfel kann seine Richtung ändern, so daß zwei sich kreuzende Spalten entstehen, die in diesem Falle der Membran einer Zelle angehören, wie an den durch Maceration isolirten Zellen constatirt werden kann, z. B. an Sclerenchymzellen des Stammes von *Pteris aquilina* (Fig. 34.) ꝛc. An diese Bildungen reihen sich auch die sogenannten behöften Tüpfel (Fig. 35 u. 36.), die besonders für die Holzzellen der Nadelbäume charakteristisch sind. Sie heißen deßhalb so, weil jeder Tüpfel in der Flächenansicht von einem weiten Hofe umgeben erscheint; Tüpfel und Hof sind bei den Nadelhölzern meist von runder Form. Diese Tüpfel entstehen auf folgende Weise, wobei wieder zu berücksichtigen ist, daß sie in den beiden Nachbarzellen an genau correspondirenden

Fig. 34.

Spaltenförmige Tüpfel mit zwei sich kreuzenden Spalten auf einem Stück einer Sclerenchymzelle aus dem Stamme von *Pteris aquilina*, 550fach vergrößert. Nach Sachs.

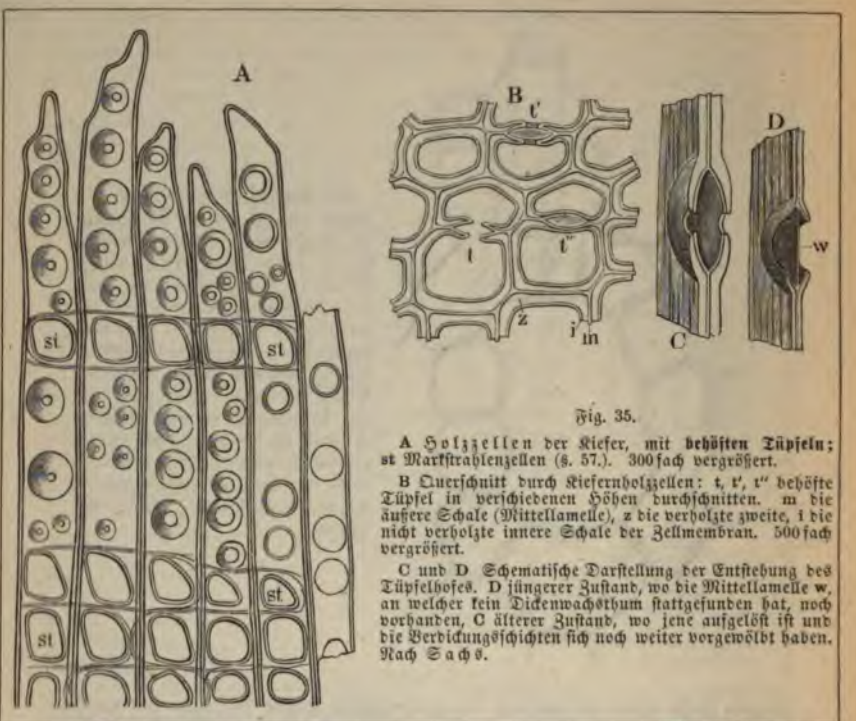


Fig. 35.

A Holzzellen der Kiefer, mit **behöften Tüpfeln**; st Markstrahlenzellen (s. 57.). 300fach vergrößert.

B Querschnitt durch Kiefernholzzellen: t, t', t'' behöfte Tüpfel in verschiedenen Höhen durchschnitten. m die äußere Schale (Mittellamelle), z die verholzte zweite, i die nicht verholzte innere Schale der Zellmembran. 500fach vergrößert.

C und D Schematische Darstellung der Entstehung des Tüpfelhofes. D jüngerer Zustand, wo die Mittellamelle w, an welcher kein Dickenwachsthum stattgefunden hat, noch vorhanden, C älterer Zustand, wo jene aufgelöst ist und die Verdickungsschichten sich noch weiter vorgewölbt haben. Nach Sachs.

§. 29. Stellen sich bilden. Anfangs bleibt eine ziemlich große runde Stelle auf der Zellhaut unverdickt; bei zunehmender Verdickung aber wölbt sich die Verdickungsschicht immer mehr über diesem Raume zusammen, so daß die innere Mündung des Tüpfels zuletzt eng ist. Der linsenförmige Raum, der zwischen zwei Tüpfeln liegt, ist anfangs noch von der ursprünglichen Membran in zwei Hälften getheilt; später aber wird dieses dünne Häutchen zerstört und der Tüpfelraum bildet eine einzige Höhlung (vergl. Fig. 35, C u. D). Jetzt stehen beide Zellen durch den Tüpfel in offener Communication. Bisweilen bleibt aber auch der Tüpfelraum verschlossen. Von der Fläche gesehen erscheint der linsenförmige Raum als Hof; der in der Mitte stehende kleinere Ring ist die enge innere Mündung des Tüpfels. Dieselbe Organisation zeigen auch die leiterförmig verdickten Zellen, besonders deutlich diejenigen der Farne (Fig. 36.), wo die schmalen spaltenförmigen Stellen, welche hier unverdickt bleiben, auch als Tüpfel betrachtet werden können und ebenfalls einen Hof bilden, durch welchen die Membran perforirt und die beiden Nachbarzellen in offene Communication gesetzt werden. Der Unterschied ist hier nur der, daß sowohl der Hof als die innere Mündung des Tüpfels nicht rund, sondern schmal und lang spaltenförmig sind. Allgemein ist es Regel, daß an den Stellen, wo Zellen mit behöften Tüpfeln an Zellen von anderer Art, die keine solchen Tüpfel besitzen, angrenzen, die primäre Membran am Tüpfelraume stehen bleibt, der Tüpfel also hier verschlossen ist, wie man an Fig. 36, C sieht. Eine eigenthümliche Art der Tüpfelbildung sind die **Gittertüpfel**. Hier bleibt eine verhältnißmäßig große Stelle der Zellhaut im Dickenwachsthum gegen den übrigen Theil der Membran zurück, aber diese dünnere Stelle wächst auch etwas in die Dicke und zwar wieder unter Tüpfelbildung, so daß eine größere Anzahl kleiner Tüpfel auf dem großen primären Tüpfelraume vereinigt steht und daher wie ein Gitter oder Sieb aussieht.

§. 29.

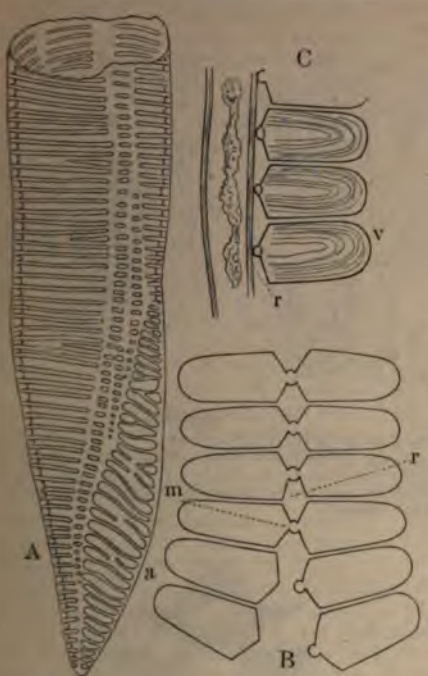


Fig. 36.

Gefäßzelle von *Pteris aquilina* mit **leiterförmig verdickter Membran.**

A Stück einer isolirten Gefäßzelle mit den breiten spaltenfgen Tüpfeln, welche die leiterfge Verdickung hervorbringen. **a** die schiefe Querwand, welche wie bei allen Gefäßen durch große Poren perforirt ist. 200fach vergrößert.

B Durchschnitt durch die gemeinschaftliche Zellwand zweier nicht isolirten Gefäßzellen, zeigt die **behöften Tüpfel**, indem jede Tüpfelspalte auf einen Tüpfelraum **r** führt, wo die primäre Membran bis auf die schmalen Stellen **m** unterbrochen ist. 500fach vergrößert.

C Durchschnitt an einer Stelle, wo die Gefäßzelle **v** an eine dünnwandige inhaltführende Zelle des Gefäßbündels angrenzt und daher der Tüpfelraum durch die primäre Membran **r** verschlossen ist. 500fach vergrößert.

Diese Verdickungsform ist besonders in den Zellen des Weichbastes vertreten und zeigt sich hier am ausgeprägtesten an den Querwänden der sogenannten Siebröhren, von denen in der Anatomie näher die Rede ist. — In einigen Fällen bleiben auf der Zellmembran verhältnißmäßig große runde Stellen nicht bloß unverdickt, sondern die Substanz der Zellmembran wird daselbst endlich sogar aufgelöst, die Membran also durchbrochen. Diese Löcher nennt man Poren, und die mit ihnen versehenen Zellen porös. In den Gefäßen (§. 44.) sind es die je zwei Gefäßzellen trennenden Scheidewände, welche diese Beschaffenheit zeigen. An Zellmembranen, die nicht mit Nachbarzellen in Verbindung stehen, sondern an die äußere Umgebung angrenzen, kommen Poren vor bei den Blattzellen von *Sphagnum*.

Bisweilen sind zwei der genannten Verdickungsformen mit einander combinirt. So können Spiral-, Ring- oder Netzfaserzellen zugleich getüpfelt sein, indem auf den zwischen den Fasern befindlichen Membranstücken Tüpfel sich ausbilden, wie in den Holzzellen von *Taxus*, in den Gefäßen von *Tilia*, *Acer*, *Prunus padus* ꝛc. Hier erscheint die Membran anfangs nur getüpfelt, später bildet sich auf der Innenfläche die Spiralfaser.

Nicht selten sind verschiedene Wände einer und derselben Zelle in verschiedener Form verdickt. Besonders gilt dies von den Querscheidewänden der Zellen der Netzfaser-, Treppen- und Tüpfelgefäße, welche die Verdickungsform der Längswände nicht zeigen, sondern durch einen großen Porus oder mehrere dergleichen perforirt sind (vergl. Fig. 36, A, a). Auch sind manche Zellen überhaupt nur einseitig verdickt; so besonders die Zellen der Gefäßbündelscheide vieler Pflanzen vorwiegend an der einwärts gekehrten Wand, die Zellen des Collenchyms nur an den Kanten (vergl. §. 52.). Das Höchste der localen Verdickung sind die sogenannten Cystolithen (Fig. 37, §. 31.). Endlich verdienen noch Erwähnung die Zellstoffbalken und

Zellstofffäden, welche quer durch das Lumen der Zelle ausgespannt und an den Enden mit der Zellwand verwachsen sind. Sie entstehen dadurch, daß das Protoplasma auch an diesen ungewöhnlichen Stellen Zellstoff abscheidet, der dann an den Rändern mit der Zellhaut verwächst. Diese Bildungen kommen z. B. in der Zelle von *Caulerpa* vor; bisweilen führen sie einen krystallinischen Einschluß (☞ §. 37.).

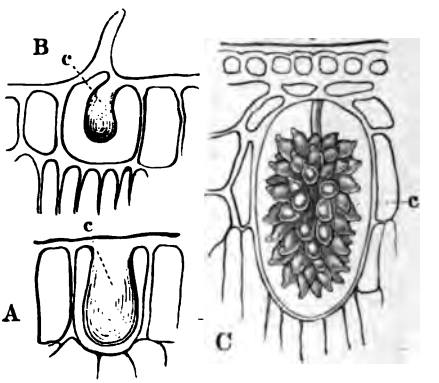


Fig. 37. **Cystolithen**
A in einer Epidermiszelle von *Urtica*.
B in einer in ein kurzes Haar ausgewachsenen Epidermiszelle von *Morus*.
C in einer erweiterten Zelle unter der Epidermis von *Ficus*. c c c Cystolith.

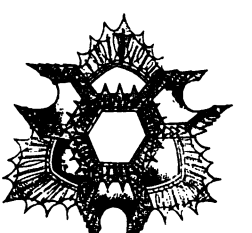


Fig. 38.
Pollenzelle von *Scorsonēra*, zeigt die durch centrifugales Dickenwachsthum entstandenen netzförmig verbundenen kammförmigen Leisten auf der Oberfläche der Membran.

Das centrifugale Dickenwachsthum, d. h. die Einlagerung neuer Zellstoffmolecüle an der Außenseite der Zellhaut, ist nur bei solchen Zellen möglich, welche eine freie, nicht mit anderen Zellen verwachsene Außenfläche haben, also an der äußeren Wand der Zellen der Oberhaut, der Haare und besonders an den Pollenzellen, wo die Verdickung wiederum oft ungleichmäßig ist, so daß die Außenfläche mit Erhabenheiten in Form von Stacheln, Buckeln oder Leisten gezeichnet ist (Fig. 38.), oder daß runde Stellen in der Verdickung zurückbleiben, entsprechend der Tüpfelbildung beim centripetalen Dickenwachsthum, wodurch sich oft an den Pollenzellen die runden Stellen markiren, welche für den Austritt des Pollenschlauches bestimmt sind. An den Haarzellen vieler Pflanzen, z. B. der Kartoffel, der Boragineen ꝛc, treten die localen centrifugalen Verdickungen in Form von Warzen auf; auf der Oberhaut meist nur in sehr niedrigen und feinen Knötchen oder Längsstreifen und dergl. Selbst die an Intercellulargänge angrenzenden freien Stellen der Zellen innerer Gewebe können locales centrifugales Dickenwachsthum zeigen, wodurch bei verschiedenen Marattiaceen an diesen Membranstellen stachelartige Verdickungen entstehen, welche endlich zu einem Gewirr feiner langer Fäden werden, welche die Intercellulargänge durchkreuzen.

§. 30. III. **Schichtung und Streifung der Zellmembran.** Manche stark verdickte Zellen zeigen auf dem Durchschnitt der Membran in derselben eine Schichtung (Fig. 39, C), in Folge deren dieselbe aus concentrischen, in einander geschachtelten, sehr dünnen und einander dicht anliegenden Lamellen von abwechselnd stärkerer und schwächerer Helligkeit zusammengesetzt zu sein scheint. Sowohl auf dem Quer- wie auf dem Längsschnitte durch die Zellmembran sind diese Linien zu sehen. Sie dürfen nicht verwechselt werden mit der gröberen Structur, welche durch die Schalenbildung der Membran (§. 31.) bedingt wird. Die Streifung dagegen wird

auf der Flächenansicht der Zellhaut bemerkbar und besteht in dem Vorhandensein ebensolcher abwechselnd hellerer und minder heller feiner Lamellen, die in der Richtung der Zellhautfläche gestellt sind und nicht bloß der Oberfläche der Zellmembran angehören, sondern sie in ihrer ganzen Dicke und durch alle concentrischen Schichten durchschneiden (Fig. 39, A). Gewöhnlich sind zwei sich kreuzender Streifensysteme in der Membran vorhanden (Fig. 39, B), entweder das eine der Längsaxe ungefähr parallel, das andere in quergehender Richtung (z. B. bei *Chara* und *Cladophöra*), oder beide in schiefer Richtung verlaufend und sich kreuzend, wobei also beide Liniensysteme spiralig und in entgegengesetzter Richtung laufen (z. B. in den Bastzellen von *Vinca* und anderer Apocyneen). Diese Zeichnungen beruhen auf einem ungleichen Wassergehalte in den abwechselnden Schichten oder Streifen, weil die wasserärmeren Lamellen stärker lichtbrechend, also heller, die wasserreicheren schwächer lichtbrechend, also minder hell sind. Darum verschwindet auch durch Austrocknen oder durch wasserentziehende Mittel die Schichtung sowie die Streifung, während Wasserzusatz sie hervorruft und vollends quellende Mittel, wie Schwefelsäure und dergl., sie noch verdeutlichen.

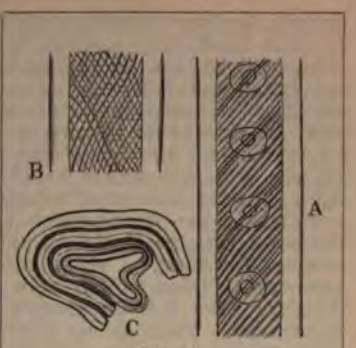


Fig. 39.

Schichtung und Streifung der Zellmembran.

A Stück einer getüpfelten Fichtenholzzelle mit Spiralstreifung. 700fach vergrößert.
B Ein ebensolches Stück mit gekreuzter Spiralstreifung. 700fach vergrößert.
C Durchschnitt einer Leinwandfaser (Bastzelle des Flachses). Die Membran, in Kupferoxydammoniak gequollen und theilweis aufgerissen, zeigt die concentrische Schichtung. 500fach vergrößert. Nach Nägeli.

IV. **Chemische Beschaffenheit der Zellmembran. Schalenbildung.** Im ganzen Pflanzenreiche ist der Stoff, aus welchem die Membran, wenigstens aller jungen Zellen besteht, der nämliche, und zwar Cellulose oder Zellstoff, eine organische Verbindung aus der Reihe der Kohlenhydrate. In allen jungen und auch in vielen älteren und ausgebildeten Zellen besteht die Membran in ihrer ganzen Dicke rein aus Zellstoff, und ist dann hauptsächlich durch folgende Eigenschaften ausgezeichnet: sie ist von Wasser leicht durchdringbar, aber wenig quellbar, elastisch, farblos, durchsichtig, in Schwefelsäure völlig auflöslich, desgleichen in Kupferoxydammoniak; durch Behandlung mit Jod und Schwefelsäure oder mit Chlorzinkjodlösung nimmt sie eine intensiv blaue Farbe an. In diesen Reactionen zeigt die Cellulose bei einzelnen Pflanzen nur untergeordnete Verschiedenheiten, besonders hinsichtlich der Bläuung mittelst Jod, die bei manchen, wie z. B. den Sporenschläuchen der Flechten schon durch Jod allein, bei anderen, wie bei den meisten Fäden der Pilze und Flechten, gar nicht eintritt, worüber Näheres in der Pflanzenchemie zu finden ist. §. 31.

Bei vielen Zellen treten aber mit fortschreitender Ausbildung chemische Veränderungen in der Membran auf, durch welche auch ihre physikalischen Eigenschaften sich mehr oder minder ändern, und wir sehen meistens deutlich dies in einer innigen Beziehung stehen zu dem besonderen Dienste, welchen solche Zellen in der Pflanze zu leisten haben. Sehr häufig, besonders bei stark verdickten Zellen, zeigt dabei die Zellmembran mehrere concentrische Schalen von verschiedenem chemischen und physikalischen Verhalten. Hierbei muß aber auch auf die Entstehung dieser differenten Schalen Rücksicht genommen werden; denn die ursprüngliche dünne Membran der jungen Zelle ist immer nur aus Cellulose gebildet und zeigt die Schalen verschiedenen Verhaltens noch nicht. Es sind hier zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder treten beim Dickenwachsthum der Zellmembran die Schalen sogleich bei ihrer Entstehung in der ihnen eigenen chemischen und physikalischen Beschaffenheit auf. Dahin gehören die meisten Pflanzenschleime, soweit sie als normale Baustoffe der Zellmembranen vorkommen. Sie haben hauptsächlich

§. 31. zweierlei chemischen Charakter: entweder sind es nur Modificationen der Cellulose, da ihnen die Reaction derselben, d. h. die Blaufärbung mit Jod und Schwefelsäure, zukommt, wie die schleimgebenden Zellen der Samenschale der Quitten, der Früchte von *Salvia* ꝛc., oder sie gehören der Gummireihe an, da ihnen die Cellulosereaction abgeht und sie die Fähigkeit haben, bei Behandlung mit Salpetersäure Schleimsäure zu erzeugen (vergl. das Kapitel über Pflanzenchemie), wie die Schleimzellen der Samenschalen von *Linum* und *Plantago*. Die in Rede stehenden Zellen sind auf der Innenfläche der unveränderten, nicht quellenden primären Membran außerordentlich stark, meist fast bis zum Verschwinden des Lumens, verdickt durch eine oft vorwiegend der nach außen gekehrten oder den seitlichen Wänden aufgelagerte Verdickungsmasse, welche bei Wasserzusatz rasch, oft unter deutlicher Schichtung, zu einem Schleim aufquillt und als solcher aus der Zelle hervordringt. Schon bei ihrer ersten Entstehung auf der Innenfläche der primären Membran haben diese Verdickungsschichten die für sie charakteristischen chemischen Eigenschaften. Theils als ein pathologischer Proceß bei der Desorganisation der Zelle, theils bei manchen Secretionen kommt eine nachträgliche Verschleimung der Membran, also eine wirkliche chemische Metamorphose des Zellstoffs vor; hierbei wird jedoch in der Regel die Zelle ganz zerstört. Der andere Fall der Bildung chemisch differenter Schalen der Zellhaut beruht hingegen darauf, daß eine chemische Veränderung in gewissen Schichten eintritt, die anfänglich aus reiner Cellulose bestanden. Es sind besonders zwei chemische Processe, die hier in Betracht kommen: die Verholzung und die Verkorkung. Zellen, an denen die erstere stattfindet, nennt man **verholzte Zellen** oder **Holzzellen**. An diesen unterscheidet man im ausgebildeten Zustande am Querdurchschnitte (Fig. 35, B): a) die äußere zwischen je zwei Zellen in der Mitte liegende Schale, mit welcher dieselben aneinander gewachsen sind. Sie ist chemisch den Korkzellmembranen verwandt, denn sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure nur gelb, nicht blau, löst sich in concentrirter Schwefelsäure nicht, wohl aber in Salpetersäure fast gänzlich auf, weshalb man durch Behandlung mit dieser Säure die Holzzellen leicht trennen kann. b) die folgende mittlere dickere, welches die eigentliche verholzte ist; sie wird in concentrirter Schwefelsäure, gleich der innern Schale aufgelöst, so daß dabei nur das Netz der äußeren Schalen zurückbleibt, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure nur gelb, nicht blau, doch tritt nach Behandlung mit Salpetersäure oder mit Kali diese Cellulosereaction ein, woraus hervorgeht, daß die mittlere Schale zwar aus Cellulose besteht, aber noch einen zweiten Stoff, den sogenannten Holzstoff oder Lignin enthält, welcher die unveränderte Reaction bedingt und sich eben durch Salpetersäure oder Kali entfernen läßt. Verholzte Zellmembranen sind auch noch durch einige andere Reactionen charakterisirt. Schwefelsaures Anilin färbt nur verholzte Membranen. Ferner ist im Zellinhalte des Holzes sehr vieler Pflanzen ein in Wasser löslicher Körper vorhanden, Xylophilin genannt, welcher bei Zusatz von Salzsäure verholzte Membranen violett färbt. Diese Reaction läßt sich daher an allen Holzzellen hervorbringen, wenn Salzsäure zusammen mit einem Xylophilin-Extract (aus Kirschenholz zu gewinnen) zugesetzt wird. In allen Coniferen und vielen Laubhölzern kommt in der verholzten Membran ein Glykosid, das Coniferin, vor, welches wegen seiner intensiv gelbgrünen bis blaugrünen Färbung, die es mit Carbolsäure und Salzsäure annimmt, eine brauchbare Reaction für Holzzellen liefert. c) eine innere Schale, welche die unveränderte Reaction der Cellulose zeigt. Bei der **Verkorkung** ist statt Holzstoff Korkstoff oder Suberin in der Haut eingelagert; durch sein Vorhandensein wird die Zellmembran in concentrirter Schwefelsäure unlöslich und verliert ebenfalls die Cellulosereaction. In Salpetersäure und noch leichter in Salpetersäure und chlorsaurem Kali löst sich aber der Korkstoff auf, und es bleibt darnach an solchen Zellmembranen nicht selten noch ein Rest von Cellulose, aus welcher sie anfangs allein bestanden, zurück. Mit der Verkorkung sind auch wichtige physikalische Veränderungen verbunden, besonders ein größerer Widerstand gegen Durchdringen von Wasser, weshalb verkorkte Zellmembranen besonders da vorkommen, wo sie einen Schutz für andere Gewebe bilden müssen, also an der Oberfläche von Pflanzentheilen. Solche **verkorkte Zellen** oder **Korkzellen** bilden besonders das als Kork bezeichnete

Zellgewebe. In ihrer Membran sind ebenfalls mehrere chemisch differente Schalen §. 31.
unterschieden. Jede zwei Zellen angehörige Korkzellwand hat eine Mittellamelle, welche meist aus stark verholzter Cellulose besteht, zwei sich daran schließende Suberinlamellen (verkorkte Cellulose) und endlich zwei aus oft etwas verholzter Cellulose bestehende Cellulosclamellen, welche die innerste an die Zellhöhle grenzende Schale bilden, bei manchen Coniferen-Korken auch fehlen. Eine der Verkorkung gleiche oder doch sehr nahe verwandte chemische Veränderung ist die Cuticularisirung, durch welche die Cuticula (§. 53.) entsteht, d. i. die äußerste Schicht der Außenwand der Epidermiszellen, die sich im Zusammenhange über die Epidermis fortsetzt (Fig. 40, c) und durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure isolirt werden kann, weil sie darin allein unlöslich ist. Bisweilen erstreckt sich die Cuticularisirung auch auf die äußere Membranschicht der Seitenwände, mit denen die Epidermiszellen aneinander grenzen (Fig. 40, p), und bei manchen Pflanzen nehmen auch noch einige der durch centripetale Verdickung entstandenen Schichten, jedoch mit Ausnahme einer inneren, aus reiner Cellulose bestehenden Schale an dieser chemischen Veränderung Theil (die sogenannten Cuticularschichten, Fig. 40, y). In geringerer Dicke ist oft auch die Außenseite der an Intercellulargänge (§. 48.) angrenzenden Membranen innerer Zellen, ingleichen die oben erwähnten dort etwa vorkommenden centrifugalen Verdickungen cuticularisirt. Ebenso ist an denjenigen Zellen, die sich aus der Pflanze isoliren, wie Pollenzellen und Sporen, die äußerste Schale (hier Exine genannt) der Membran zum Schutze der Zelle cuticularisirt. In anderer Weise ist die äußere Schale der Membran an den Zellen mancher Algen, besonders vieler Tange, ebenso auch im Endosperm mancher Samen, verändert, indem sie eine gallertartige Beschaffenheit annimmt, so daß es oft aussieht als sei die innere Schale der Zellhaut, die sich als stark lichtbrechendes, scharf begrenztes Häutchen darstellt, die ganze Membran und die Zelle in einer homogenen Gallert eingebettet, eine irrthümliche Anschauung, die früher wirklich bestand und Veranlassung gab, in jener gallertartigen Masse eine sogenannte Intercellularsubstanz anzunehmen, die es in Wahrheit nicht giebt.

Fig. 40.

Durchschnitt durch die Epidermis von *Ruscus aculeatus* mit Cuticula c, und Cuticularschichten y. i die innere nicht cuticularisirte Schicht der Membran. p die äußere Membranschicht der Seitenwände der Epidermiszellen, welche als eine Fortsetzung der Cuticula c ebenfalls cuticularisirt ist. 600fach vergrößert.

Manche Zellen enthalten in der Membran noch andere als die hier genannten organischen Verbindungen; so kommen besonders noch Farbstoffe eingelagert vor. Durch diese erscheint auch bei starken Vergrößerungen die Zellhaut gleichmäßig gefärbt. So beruhen namentlich die Farben der meisten Samen auf dem Vorkommen von Pigmenten in der Zellhaut. Doch ist über deren Entstehung und Natur noch wenig bekannt.

Alle Zellhäute, auch die aus reiner Cellulose bestehenden, enthalten wenigstens eine kleine Menge, manche sehr reichlich unverbrennliche Einlagerungen, Aschebestandtheile. Wenn diese in nur einigermaßen größerer Menge vorhanden sind, so bleiben sie beim vorsichtigen Verbrennen der Zellen oder dünner Gewebeschichten in der Form der Zellhaut als Skelett zurück. In jungen Zellen ist stets die Menge der Aschebestandtheile sehr gering, sie nimmt erst mit dem Alter zu. Im allgemeinen ist zu vermuthen, daß die gewöhnlichen Bestandtheile der Pflanzenasche auch in der Zellmembran enthalten sind; besonders reichlich finden sich Kalksalze und Kieselsäure. Im letzteren Falle bleibt beim Verbrennen ein sogenanntes Kieselskelett übrig, welches oft noch die feinsten Structurverhältnisse der Membran zeigt. Verkieselte Zellmembranen sind allgemein bei den Diatomaceen. Auch in Epidermiszellen kommt Kiesel vor, und zwar hauptsächlich in den

cuticularisirten Theilen, am reichlichsten bei den Equisetaceen, sehr verbreitet bei den Grasblättern, bei *Calămus*, in den Früchten von *Lithospĕrmum* ꝛc., in der Membran der Haare bei *Galium aparīne*. Endlich enthalten auch innere Zellen vieler Pflanzen in mehr oder minder reicher Menge Kieselerde in der Membran, z. B. *Deutzĭa scabra*, *Ficus sycomōrus* u. a. Durch den reichen Gehalt an diesem Stoffe erlangen die betreffenden Theile einen ungewöhnlichen Grad von Rauhigkeit und Härte, die mitunter so groß sein kann, daß sich an dem Pflanzentheile mit Stahl Feuer schlagen läßt. Kalk bildet in einigen Fällen in Form von kohlensaurem Kalk den Hauptbestandtheil der unverbrennlichen Einlagerungen der Zellhaut. Bei Zusatz einer Säure löst er sich unter Entwickelung von Gasblasen auf. Beispiele liefern das Gewebe der Corallineen, die Haare der Cucurbitaceen und besonders die Cystolithen (Fig. 37.). Unter letzteren versteht man eine locale Verdickung der Zellmembran, die besonders in einigen Epidermiszellen der Moreen, Urticeen und Cannabineen vorkommt und auf der Innenseite der nach außen gekehrten Wand der Zelle aufsitzt, gewöhnlich von solcher Größe, daß durch sie das Lumen der Zelle zum größern Theil ausgefüllt ist. Der Cystolith sitzt meist nur einer kleinen Stelle der Zellmembran auf, so daß er bisweilen gestielt erscheint; seine Oberfläche ist entweder glatt, oder durch ungleichmäßige Verdickung höckerig, und er hat dann ein beerenähnliches Aussehen. Häufig ist er deutlich seiner Oberfläche parallel geschichtet, entweder in seiner ganzen Dicke oder in einem centralen Theile. Seine Substanz ist steinartig hart; nach Auflösung des kohlensauren Kalkes durch eine Säure bleibt ein ähnlich geformter Körper aus Cellulose zurück; die Molecüle des Kalksalzes sind also überall zwischen Molecülen der Cellulose eingelagert gewesen. In den meisten der genannten Fälle sind die unverbrennlichen Bestandtheile nicht in krystallinischer Form in die Zellhaut eingelagert. In Krystallen dagegen treten die aus oxalsaurem Kalk bestehenden Einlagerungen der Zellhaut auf. Beispiele für ein solches Vorkommen liefern die Bastzellen vieler Taxineen und Cupressineen, wo in der Substanz der Zellhaut zahllose kleine Krystalle und eckige Körnchen von oxalsaurem Kalk liegen, besonders in der äußeren Schicht der Membran, so daß bei nachfolgendem starken Dickenwachsthum die Krystalle vollständig in der Hautsubstanz eingeschlossen sind. Hieran schließt sich auch das Vorkommen von Krystalldrusen im Marke von *Kerrĭa japonĭca*, *Ricĭnus communis*, in den Blattstielen von Aroideen, sowie auch in manchen Rindezellen vieler Holzpflanzen, wo eine Krystalldruse scheinbar im Lumen der Zelle liegt, thatsächlich aber durch Zellstofffäden mit der Wand verbunden und selbst mit einer Hülle von Zellstoff überzogen ist.

§. 32. Den **Vorgang des Wachsthums der Zellmembran**, sowohl beim Flächen- wie beim Dickenwachsthum, muß man sich vorstellen, wie dies Nägeli zuerst geltend gemacht hat, als eine Einlagerung neuer Zellhautmolecüle zwischen die vorhandenen, welche dadurch aus einander gedrängt werden (Intussusception). Man darf also das Dickenwachsthum nicht so auffassen, wie es früher geschah, wo man die in der ausgebildeten Zellhaut sichtbaren Schalen nach und nach einander innen aufgelagert betrachtete, so daß die äußerste, welche man die primäre Membran nannte, die älteste, die dann folgenden, als secundäre und beziehendlich tertiäre Membran bezeichnet, allmählich jüngeren Ursprunges sein würden. Wenn das Dickenwachsthum auf diese Weise stattfände, so müßte bei den geschichteten Zellmembranen (§. 30.) während des Wachsthums die innerste Schicht bald eine dichte, stark lichtbrechende, bald eine weiche, minder helle sein. Das ist aber nicht der Fall; es liegt zu jeder Zeit auf der Innenseite der Membran eine dichte Schicht. Vielmehr entsteht die Schichtung der Zellhaut durch innere Differenzirung; in der Mitte einer wasserarmen dichten Schicht erscheint eine neue wasserreichere weiche Schicht, wodurch jene sich in drei Schichten differenzirt. In analoger Weise geschieht die Bildung der Schalen z. B. bei den Holzzellen: anfänglich ist eine einfache Membran vorhanden; diese differenzirt sich, indem in ihrer Mitte eine neue Schicht erscheint, in drei Schalen, die dann durch Intussusception weiter erstarken und durch Annahme ihrer chemischen Veränderungen ihre Ausbildung erreichen. Bei jedem Wachsthum der Zellmembran muß also der zellhautbildende Stoff in einer uns nicht näher bekannten in Wasser aufgelösten Form aus dem Protoplasma zwischen die Molecüle der Zellhaut eindringen und dort feste Form annehmen.

Literatur über die Zellmembran. H. v. Mohl, vermischte Schriften botanischen Inhalts. Tübingen 1845. — H. v. Mohl, Vegetabilische Zelle. Braunschweig 1851. — Schacht, Die Pflanzenzelle und Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. Berlin 1856. — Schacht, De maculis in plantarum vasis. Bonn 1860. — Nägeli, Ueber den inneren Bau der vegetabilischen Zellmembran. Sitzungsber. d. Münchener Akad. d. Wiss. Mai u. Juli 1864. — Hofmeister, Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867. — Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig 1874. pag. 19—37, 66—70.

C. Das Protoplasma oder Plasma.

§. 33. Der jede junge Zelle ganz, ältere Zellen wenigstens theilweis erfüllende Körper, den wir Protoplasma nennen, ist ein Gemenge von Eiweißstoffen (Proteïnverbindungen) mit Wasser, in welchem außerdem noch andere Stoffe in nicht sichtbarer, aufgelöster Form vorhanden sein können, nämlich gewisse Aschebestandtheile, sowie verschiedene organische Verbindungen. Je nach seinem Wassergehalte hat es verschiedene Aggregatzustände: in den allermeisten Zellen ist es von weicher, unelastischer, sehr dehnsamer Beschaffenheit, sogar oft von schleimartiger Consistenz, jedoch nie eine eigentliche Flüssigkeit. Im wasserarmen Zustande, wie in den Zellen der trockenen Samen, kann es dagegen steif und brüchig werden, allein dies ist ein Ruhezustand des Protoplasma; im lebensthätigen Zustande ist es überall reich mit Wasser imbibirt, sehr weich und plastisch. Das Protoplasma sehr vieler Zellen ist durch zahlreiche, sehr feine Körnchen, die in seiner Substanz vertheilt sind, getrübt; sie sind vielleicht fein zertheilte Stoffe von anderer chemischer Natur, wahrscheinlich Fetttröpfchen, also nicht eigentlich zum Protoplasma gehörig, denn in manchen Zellen ist dasselbe ganz körnchenfrei, homogen und wasserhell. Fast alle geformten Inhaltsbestandtheile der Zelle, wie Chlorophyllkörner, Stärkekörner, die später oft in großer Menge in der Zelle vorhanden sind, entstehen ebenfalls in der Substanz des Protoplasma. In sehr vielen Zellen, besonders in den jungen, theilungsfähigen, bemerkt man den Zellenkern (nucleus, einen ungefähr runden, in kleinen Zellen oft einen großen Theil des Plasma einnehmenden Körper, der nichts weiter als eine dichtere Ansammlung von Protoplasmatheilchen um ein Centrum, also nur ein geformter Theil des Protoplasma selbst ist, und der in seinem chemischen Verhalten mit diesem übereinstimmt, ihm auch allezeit eingebettet ist. Anfangs ist seine Substanz homogen; später wird seine Oberfläche fester, sie bildet eine Art Hülle, und im Innern treten nicht selten ein oder einige dichtere, hellere Körnchen, die Kernkörperchen (nucleoli) auf. Nicht selten löst sich der Zellkern zu einer gewissen Zeit wieder auf, indem seine Substanz sich wieder mit dem übrigen Protoplasma vermengt. Eine wichtige Rolle spielt er bei den Vorgängen der Zellbildung (☞ §. 40.). Jedes Protoplasma ist an seinen Oberflächen begrenzt von einem festeren, meist sehr dünnen Saum, der sogenannten Hautschicht. Sie muß als eine wasserärmere äußere Partie des Protoplasmaleibes betrachtet werden, welche die innere Masse umgiebt, mit der sie jedoch in innigster Continuität sich befindet. Diese Hautschicht ist daher mehr oder minder deutlich wahrzunehmen nicht bloß an der äußeren Oberfläche des Protoplasmakörpers, welche der Zellmembran angrenzt, sondern auch meist rings um die sogleich zu erwähnenden Vacuolen und Safträume, die sich später im Protoplasma bilden, desgleichen an der Oberfläche freilebender Protoplasmakörper, wie der Schwärmsporen und der Plasmodien, bei deren Strömung deutlich die körnchenfreie Hautschicht es ist, welche am Rande die Fortsätze treibt, in welche dann erst die weichere, körnchenhaltige innere Masse einströmt. Sogar wenn Protoplasma in lebendigem Zustande aus verletzten Zellen austritt, z. B. aus den Schläuchen von *Vaucheria* oder aus Zellen saftiger Früchte, so umgiebt sich jede der ausgetretenen Portionen, die sich rasch zu Kugeln abrunden, sogleich mit einer solchen Hautschicht. Bisweilen aber läßt sich eine solche optisch nicht mehr wahrnehmen, und es bleibt zweifelhaft, ob hier wirklich eine solche anzunehmen ist oder nicht, wie z. B. bei den strömenden Protoplasmasträngen (s. unten), aus denen sogar einzelne Protoplasmakörner außen hervorragen.

Junge Zellen, besonders die der Vegetationspunkte der Stengel und Wurzeln und der ersten Blattanlagen ꝛc. sind von einem soliden Protoplasmakörper erfüllt, in

§. 33. welchem wir außer dem Zellkern keine weitere Differenzirung erkennen (Fig. 41, A). Mit der Vergrößerung der Zelle nimmt aber die Masse des Plasma nicht in gleichem Grade zu; es erscheinen im Innern desselben ein oder mehrere kugelrunde Räume, welche nicht von Protoplasma, sondern von wässeriger Flüssigkeit erfüllt sind. Diese Stellen heißen Vacuolen[1] (Fig 41, B). Wenn sie in einem Protoplasma in größerer Anzahl auftreten und sich vergrößern, so nimmt jenes dadurch eine schaumige Beschaffenheit an. Sehr oft kommt nur eine einzige Vacuole zum Vorschein, diese vergrößert sich rasch und drängt das ganze Protoplasma sammt Zellkern gegen die Peripherie der Zelle hin, so daß nun die letztere fast ganz erfüllt ist von einem einzigen großen Raume (Fig. 41, C), dem Saftraum, dessen Flüssigkeit nun als Zellsaft bezeichnet wird, und daß das Protoplasma nur wie eine verhältnißmäßig dünne Schicht auf der Innenseite der Zellmembran ausgebreitet ist, in welcher irgendwo auch der Zellkern, wenn er noch vorhanden, zu bemerken ist. Diese wandständige Protoplasmaschicht wird oft mit dem Ausdruck Primordialschlauch[2] belegt. Wo mehrere Safträume entstanden waren und sich allmählich vergrößert und vereinigt hatten, da bleiben die zwischen ihnen gelegenen Protoplasmapartien oft in Form von dünneren und dickeren Strängen zurück, welche vom Primordialschlauch aus in verschiedenen Richtungen und stellenweis mit einander zusammenhängend quer durch den Saftraum gespannt erscheinen (Fig. 53.) und in denen oft der Zellkern in der Mitte der Zelle wie aufgehängt erscheint.

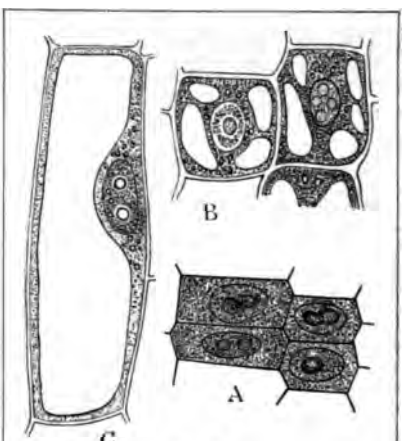


Fig. 41.

Parenchymzellen aus der Rinde einer jungen Wurzel, in drei Altereszuständen. A die jüngsten, ganz mit Protoplasma und Zellkern erfüllt. B Auftreten von Vacuolen im Protoplasma. C Die Zelle bedeutend gewachsen, die Vacuolen zum Saftraum zusammengeflossen, das Protoplasma als wandständige Schicht mit dem Zellkern. 550fach vergrößert.

Das Protoplasma der meisten Zellen ist nur innerhalb der schützenden Zellhaut existenzfähig und verläßt den Zellenraum nie. Unter den niederen Pflanzen giebt es aber zahlreiche Fälle, wo in einer gewissen Entwickelungsperiode das ganze Protoplasma aus der Zelle heraustritt als ein einziger Körper oder in zahlreiche einzelne Körper zertheilt, die dann eine Zeit lang frei im Wasser unter eigenthümlichen Bewegungen leben und erst in einer späteren Periode wieder eine neue Zellmembran ausscheiden und so den gewöhnlichen Typus der Pflanzenzelle wieder annehmen. Jene Zustände kann man als nackte Protoplasmakörper oder nackte Zellen (s. §. 26.) bezeichnen. Zu ihnen gehören die unter den Thallophyten weit verbreiteten Schwärmsporen, Schwärmer oder Zoosporen[3], welche jenen Pflanzen zur Fortpflanzung dienen, indem sie aus ihrer Mutterzelle geboren werden, frei umherschwärmen und zuletzt mit einer neuen Membran sich umhüllen, worauf sie ihre Entwickelung zu einer neuen Pflanze beginnen. Nacktes Protoplasma sind ferner die Spermatozoïden[4], welche bei vielen Kryptogamen den männlichen Zeugungsstoff darstellen, eigenthümlich geformte Körper, die sich aus ihren Zellen befreien, um im Wasser unter lebhaften fortschreitenden Bewegungen nach den weiblichen Organen zu gelangen. Wenn Schwärmsporen, statt sogleich sich in eine Zellhaut einzukapseln, sich in beträchtlicher Anzahl vereinigen

1) Von vacuum leer. 2) primordium Anfang, Ursprung. 3) zusammengesetzt aus ζῷον Thier und σπορά Spore. 4) zusammengesetzt aus σπέρμα Samen und ζωϊδιος mit Thiergestalt versehen.

§. 33.

und vermengen zu einem größeren nackten und dann gewöhnlich auch mit Beweglichkeit ausgestatteten Protoplasmaleib, so wird letzterer Plasmodium[1] genannt. Dieses kommt allgemein bei den Myxomyceten vor.

Weit verbreitet im Pflanzenreiche ist die Erscheinung der Bewegung des Protoplasma, welche im lebenden Zustande sowohl an nackten, als auch in Zellhäuten eingeschlossenen Protoplasmakörpern zu beobachten ist. Von derselben können wir folgende Arten unterscheiden: 1) das Schwärmen der frei lebenden nackten Protoplasmakörper, nämlich der Schwärmsporen und der Spermatozoiden, welches ein Fortschwimmen im Wasser ist, wobei feine von der Oberfläche ausgehende Protoplasmafäden (Cilien oder Wimpern) durch ihre lebhaft schwingende Bewegung das ganze Gebilde in eine Drehung um die Achse und in fortschreitende Bewegung im Wasser versetzen. Die Schwärmspore hat entweder eine einzige Wimper, häufiger deren zwei von einem Punkte ausgehende, seltener eine große Anzahl, die an allen Punkten der Oberfläche sitzen, wie bei *Vaucheria*. Die Wimpern sind als Fortsätze der Hautschicht zu betrachten; bei *Vaucheria* entspricht jeder Cilie in der Hautschicht ein dichteres Stäbchen, gleichsam als Stütze für dieselbe. Bei ihrer Entstehung sind es kürzere Fortsätze, die schon vor dem Ausschlüpfen der Zoospore vorhanden sind, aber ihrer Oberfläche dicht anliegen; sie haben an der Spitze ein Knöpfchen, welches sich bei der weiteren Bildung der Cilie fadenförmig streckt. Wenn später die Schwärmsporen zur Ruhe kommen, um sich mit einer neuen Zellmembran zu umhüllen, werden vorher die Wimpern wieder eingezogen. 2) Die Amöbenbewegung nackter Protoplasmakörper, besonders der Plasmodien der Myxomyceten, welche den Amöben (vergl. I. Zoologie.) ähnlich auf einer festen Unterlage in langsam kriechender Bewegung sich befinden. Dabei ändert sich die Form stetig, indem Fortsätze ausgesendet, andere eingezogen werden, womit zugleich eine Strömung der inneren Masse verbunden ist, welche in die hervorwachsenden Fortsätze ein-, aus den sich einziehenden zurückfließt. 3) Die Strömung oder Circulation[2], in vielen mit Zellhäuten versehenen Zellen. Die innere Masse des Protoplasmakörpers zeigt sich hier in strömender Bewegung begriffen, die sich an den kleinen Körnchen desselben sehr deutlich bemerken läßt und meistens mit großer Geschwindigkeit erfolgt. Wenn die Zelle nur einen einzigen Saftraum enthält, so kann das gesammte wandständige Protoplasma in einer einzigen oder in mehreren in sich geschlossenen Bahnen an der Zellwand hin die Zelle umkreisen, was man Rotation[3] nennt, wie z. B. in den Wurzelhaaren von *Hydrochäris morsus ranae*, in den Zellen von *Chara*, *Vallisneria*, in den Staubfädenhaaren von *Tradescantia* (Fig. 42.) ꝛc. Dabei ist jedoch die Hautschicht nicht mit in Bewegung, aber die im Protoplasma befindlichen Bildungen, wie die Chlorophyllkörner und sogar der Zellkern werden vom Strome mit fortgeführt. Oft sind im wandständigen Protoplasma nur bandartige Streifen oder Stränge, die leistenförmig nach innen vorragen, in einer solchen Strömung begriffen, die dann in den einzelnen Strängen in verschiedener Richtung stattfindet. Auch hierbei nimmt häufig der Zellkern, gewöhnlich in einem größeren Klumpen von Protoplasma eingehüllt, an der Strömung Theil. Dieses zeigen z. B. die Haare

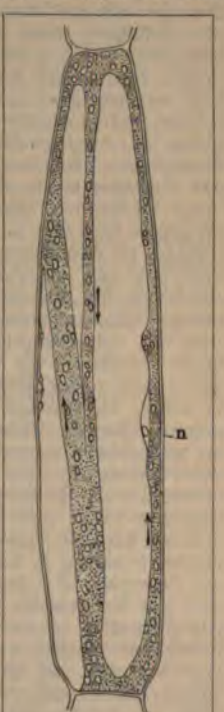


Fig. 42.

Rotation des Protoplasma in einer Zelle der Staubfädenhaare von *Tradescantia virginica*.

n Zellkern. Die Pfeile bedeuten die Stromrichtung des Protoplasma. 300fach vergrößert.

1) Abgeleitet von πλάσμα das Gebildete. 2) Kreislauf, von circulus Kreis. 3) rotäre wie ein Rad (rota) herumdrehen.

§. 33. der Kürbisse (Fig. 43.), die Haare von *Althaea rosea*, die Brennhaare von *Urtica* ꝛc. Bei allen diesen Rotationen ist der Strom so gerichtet, daß er den längsten Weg um den Zellraum beschreibt. Die eigentliche Circulation des Protoplasma findet in solchen Zellen statt, wo mehrere Safträume entstanden waren und das Protoplasma dadurch in netzförmige, quer durch den Zellraum gespannte Stränge gruppirt wird. Hier findet die Strömung vorzüglich in diesen Strängen statt; in einigen ist sie gegen den im Centrum der Zelle in einem Protoplasmaklumpen liegenden Zellkern gerichtet, in anderen geht sie von da nach der Peripherie der Zelle; selbst in einem und demselben Protoplasmastrang gleiten die Körnchen oft in entgegengesetzten Strömen neben einander hin. Die Stränge selbst können ihre Lage verändern, und es können neue Stränge auftreten und vorhandene verschwinden. Die Entstehung neuer Stränge geschieht nicht dadurch, daß sie mit einem freien Ende hervorwachsen, sondern dadurch, daß sich leistenförmige Partien von dem wandständigen Protoplasma oder von den dickeren Strängen ablösen, wobei gleich anfangs die Enden des neuen Stranges mit dem übrigen Protoplasma verbunden sind. Das Verschwinden von Strängen beruht darauf, daß sie in derselben Weise wieder mit anderen Partien verschmelzen. Es ändert sich daher bei der Circulation auch fortwährend die Gruppirung der netzförmigen Stränge. Hier sind auch die contractilen[1]) oder pulsirenden Vacuolen[2]) zu erwähnen, die bei manchen Schwärmsporen vorkommen und abwechselnd sich zusammenziehen und verschwinden und wieder erscheinen. Die einzellige Alge *Closterium* hat in ihren beiden Zellenenden eine solche Vacuole, in welcher sich Körnchen in lebhaft tummelnder Bewegung befinden. Dieselben sind, vielleicht wegen der periodischen Contraction der Vacuole, in deren Mitte versammelt. Sie stammen aus den Protoplasmaströmen, welche gegen das Ende der Zelle hinlaufen: da die darin enthaltenen größeren Körnchen die Enge zwischen dem Primordialschlauch und der Vacuole nicht passiren können, so werden sie in die letztere hineingepreßt und betheiligen sich dann mit an der Bewegung. Die letztere macht den Eindruck einer bloßen Molecularbewegung, aber beim Aufhören der Protoplasmaströmung erlischt sie auch, wobei die Körnchen sich gleichmäßig in der Vacuole vertheilen. Es scheinen also die Protoplasmaströme einen Einfluß auf den Inhalt der Vacuole auszuüben. Auch sonst hat man beobachtet, daß Protoplasmaströme angrenzende Körnchen des Zellsaftes in Mitleidenschaft ziehen. — Alle Bewegungen des Protoplasma sind in auffallender Weise von der Temperatur, vom Lichte und von auf sie einwirkenden elektrischen Strömen abhängig, worüber das Nähere in der Physiologie zu finden ist. Die Versuche, die Bewegungen des Protoplasma zu erklären, sind im Abschnitte über die Molecularkräfte der Pflanzen besprochen.

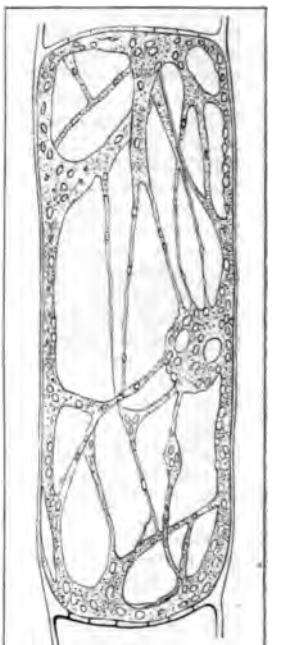


Fig. 43.
Circulation des Protoplasma in der Zelle eines Haares eines jungen Kürbiskelches in der mittlern Durchschnittsansicht der Zelle. Die Protoplasmastränge enthalten einzelne Chlorophyllkörner; rechts der Zellkern in einer größeren Masse von Plasma eingehüllt. Alle Stränge sind in Strömung und in Lagenveränderung begriffen. 300fach vergrößert.

Die beschriebenen Beschaffenheiten und Erscheinungen zeigt das Protoplasma nur im lebenden Zustande. Von diesem muß der todte Zustand unterschieden werden, in den es übergeht in Folge verschiedener mechanischen und

1) Contrahĕre zusammenziehen. 2) von vacŭum leer.

chemischen Eingriffe. Verwundung der Zelle, starker Druck, oft schon die Trennung der Zelle von ihren Nachbarn tödtet das Protoplasma; dasselbe thun stark wasserentziehende oder sonst kräftig wirkende chemische Agentien, wie Alkohol, Säuren, Alkalien ꝛc. In diesem Zustande erscheint es wesentlich anders: durch Abgabe eines Theiles seines Wassers hat es seine charakteristische Form verloren und ist zusammengeschrumpft zu einem in der Zelle liegenden Klumpen, wobei auch der Zellkern undeutlich wird oder schwindet; nicht selten ist das todte Protoplasma durch Auftreten zahlreicher feiner Körnchen getrübt; die Bewegung ist gänzlich erloschen. Ein Protoplasma, welches einmal diesen Zustand angenommen hat, kehrt nicht wieder in den früheren zurück, auch wenn die Einwirkung, welche die Veränderung hervorgebracht hat, beseitigt wird; es ist eben getödtet.

Die Reaction des Protoplasma ist die der echten Eiweißstoffe. Die wichtigsten und gebräuchlichsten der unter dem Mikroskope anzuwendenden Reactionen sind: die Eigenthümlichkeit, Farbstoffe aus Lösungen in sich aufzuspeichern und sich damit viel intensiver zu färben als es die Farbstofflösung ist. Dieses thut jedoch nur todtes Protoplasma. Im lebendigen Zustande verhält es sich gegen farbige Lösungen, mit denen es sich in Berührung befindet, resistent. In lebenden Zellen, deren Zellsaft von Natur gefärbt ist, ist das denselben einschließende Protoplasma, sowie der Zellkern farblos. Sobald als das Protoplasma stirbt, absorbirt es diesen Farbstoff und färbt sich dadurch intensiv. Das Gleiche geschieht, wenn man zu den Zellen eine Farbstofflösung, z. B. Cochenilleextract setzt. Ebenso verhält sich das Protoplasma gegenüber den Lösungen von Jod; es absorbirt, da es durch dieselben an sich schon getödtet wird, das Jod und färbt sich damit tief gelb bis braun. Nach Behandlung mit Salpetersäure nimmt das Protoplasma auf Zusatz von Kali tief gelbe Färbung an. Concentrirte Schwefelsäure allein färbt es oft rosenroth, salpetersaures Quecksilberoxydul (Millon's Reagens) ziegelroth. Mit Kupfervitriollösung und darnach mit Kali behandelt, wird es dunkelviolett.

Literatur über das Protoplasma: H. v. Mohl, Botanische Zeitung 1844, pag. 273, und 1855, pag. 689. — H. v. Mohl, Vegetabilische Zelle. Braunschweig 1851. — Nägeli, Pflanzenphysiologische Untersuchungen. Zürich. Heft 1. — M. Schultze, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig 1863. — de Bary, Die Myxetozoen. Leipzig 1864. — Hofmeister, Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867. — Hanstein, Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft. Bonn 19. Dec. 1870. — Straßburger, Studien über Protoplasma. Jena 1876.

D. Die übrigen Bestandtheile des Zellinhaltes.

§. 34. Während die junge Pflanzenzelle anfänglich nur Protoplasma enthält, finden sich bei weiterer Entwickelung derselben noch andere Bestandtheile im Inhalte der Zelle ein, theils dadurch, daß das Protoplasma selbst in sich neue Bildungen erzeugt, theils dadurch, daß im Zellsafte, der übrigens selbst auch erst vom Protoplasma abgeschieden wird, aufgelöste oder krystallisirende Stoffe gebildet werden. Die ausgebildeten Zellen enthalten daher gewöhnlich außer dem Protoplasma zugleich noch einen oder den anderen Inhaltsbestandtheil, und es kann wohl auch der letztere schließlich in großer Menge vorhanden sein, während das Protoplasma mehr oder weniger vollständig verschwunden ist. Diese übrigen Bestandtheile des Zellinhaltes kommen nun aber niemals alle in ein und derselben Zelle gleichzeitig vor; vielmehr ist es Regel, daß irgend ein oder zwei bestimmte in der Zelle allein vorhanden sind, so daß die verschiedenen Zellen sich auch durch den Inhalt, den sie führen, charakterisiren lassen, und der in der innigsten Beziehung zu der physiologischen Rolle steht, welche der Zelle im Leben der Pflanze zugetheilt ist. Wir betrachten von diesen anderweiten Bestandtheilen des Zellinhaltes zunächst diejenigen, welche als unmittelbare Erzeugnisse des Protoplasma, d. h. in demselben eingeschlossen entstehen und meistens auch später, falls dieses nicht bedeutend sich vermindert, eingeschlossen bleiben. Unter diesen sind wieder diejenigen voranzustellen, welche mit dem Protoplasma die größte Verwandtschaft haben, indem sie sich eigentlich nur als weitere Formbildungen des Protoplasma erweisen, mit dem sie auch chemisch im Wesentlichen übereinstimmen, wie die Chlorophyllkörper, die Aleuronkörner und Krystalloide, während andere Erzeugnisse des Protoplasma

chemisch von diesem verschieden sind, wie die Stärkekörner, das fette Oel ꝛc. Zuletzt sind die theils in gelöster Form, theils in Krystallen im Zellsaft auftretenden Bestandtheile des Zellinhaltes zu betrachten.

§. 35. **1. Blattgrün** oder **Chlorophyll**[1], ein grüner Farbstoff, welcher in allen grünen Pflanzentheilen sich findet und die Ursache der grünen Färbung der Pflanzen ist. Er ist ausnahmslos an das Protoplasma oder an Theile desselben gebunden. Verhältnißmäßig selten ist der ganze Protoplasmakörper mit Ausnahme der Hautschicht gleichmäßig durch den Chlorophyllfarbstoff gefärbt, wie unter den Algen z. B. bei den Palmellaceen, bei manchen Desmidiaceen, bei den Gonidien der Flechten und bei vielen Schwärmsporen der Algen, wo jedoch oft an der Spitze oder an der Seite eine farblose Stelle sich befindet, übrigens auch die Cilien (§. 33.) als Fortsätze der Hautschicht nicht grün sind. Auch können nur gewisse Partien des Protoplasma ohne bestimmt abgegrenzte Gestalt ergrünen; z. B. in Kartoffelknollen, die im Lichte grün werden, sind es grüne wolkige Massen, oder es färbt sich nur eine Protoplasmapartie, welche ein Stärkekorn schleierartig umhüllt. Viel häufiger ist das Chlorophyll an bestimmt geformte Theile des Protoplasma gebunden, welche dann als grüne Körper in dem übrigens farblosen Plasma sich befinden. Diese können dann allgemein, ohne Rücksicht auf ihre Form als Chlorophyllkörper bezeichnet werden. Auch bei ihnen ist der grüne Farbstoff nur in verhältnißmäßig geringer Menge in dem protoplasmatischen Träger enthalten; durch Alkohol, Aether, Benzin ꝛc. läßt er sich ausziehen und der letztere bleibt farblos und in seiner Form und Größe unverändert zurück und zeigt gegen Reagentien dasselbe Verhalten wie das Protoplasma. Die Form der Chlorophyllkörper anlangend, unterscheiden wir zunächst die besonders bei Algen vorkommenden weniger häufigen Fälle, wo eine größere zusammenhängende Partie des Protoplasma von bestimmter Form der Träger des grünen Farbstoffes ist. So kommen Chlorophyllkörper vor, welche sternförmige Figuren bilden, bei *Zygnēma crucĭātum* (Fig. 41.), solche, welche die Form von Lamellen haben, die durch die Zelle hindurchgehen und im Querschnitt als Stern erscheinen, bei *Closterium*, oder endlich solche, welche unter der Hautschicht liegende gerade oder spiralig gewundene, an den Rändern oft gezackte oder sonst unterbrochene Bänder darstellen, wie bei *Spirogȳra*. Bei *Anthocĕros* enthält jede Zelle einen einzigen ziemlich großen gerundeten Chlorophyllkörper, in welchem auch der Zellkern eingeschlossen ist. Die gewöhnlichste bei den meisten Algen, Moosen, Gefäßkryptogamen und Phanerogamen sich findende Form der Chlorophyllkörper ist aber die der Chlorophyllkörner, d. i. kleinere, gerundete oder etwas polyedrische Körper, deren meist zahlreiche in einer Zelle enthalten sind (Fig. 45.). Gewöhnlich besitzen diese Zellen einen einfachen, die Zelle nahezu erfüllenden Saftraum und das Protoplasma peripherisch in Form eines Primordialschlauches (§. 33). In letzterem sind dann auch die Chlorophyllkörner enthalten, sie liegen daher gewöhnlich ringsum unter der Zellhaut in einer einfachen Lage bald dichter eins am anderen, bald lückenhafter, stellenweis wohl auch angehäuft in Klumpen. Häufig haben sie etwas linsenförmig abgeplattete Gestalt und liegen dann mit dem breiten Durchmesser der Zellwand parallel. Ueber die Lagenveränderung, die sie unter dem Einfluß von Licht und Dunkelheit sowie anderer Einwirkungen erleiden, ist in der Physiologie die Rede.

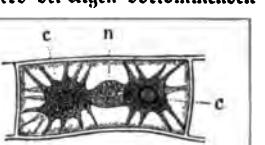


Fig. 41.

Zelle von *Zygnēma crucĭātum* mit zwei **sternförmigen Chlorophyllkörpern** cc, deren jeder ein Stärkekorn als Einschluß enthält; n der Zellkern in der Mitte der Zelle zwischen den beiden Chlorophyllkörpern. 300fach vergrößert.

Die Chlorophyllkörner entstehen stets im Protoplasma durch Differenzirung desselben, entweder so, daß sich zunächst amorphe, wolkige Massen von Protoplasma grün färben und darnach sich in eine Anzahl Körner sondern, oder so, daß in dem farblosen Plasma sich dichtere Stellen bilden, farblose Chlorophyllkörner, welche dann erst sich gelb und bei Beleuchtung grün färben, im Finstern dagegen blaß oder

1) Zusammengesetzt aus χλωρός hellgrün und φύλλον Blatt.

Fig. 45.
Zellen mit Chlorophyllkörnern aus dem Blatte von *Cerastium triviale*.
Die Chlorophyllkörner liegen in einfacher Lage unterhalb der Zellmembran im Protoplasma; n der Zellenkern zwischen den Chlorophyllkörnern; i Intercellulargänge. 200fach vergrößert.

gelb bleiben, weshalb Pflanzen im Dunkeln meist nicht grün werden. Die ergrünten Chlorophyllkörner vergrößern sich mit dem Wachsthum der Zelle, jedoch nur bis zu einer gewissen Größe. Man hat auch eine Vermehrung der Chlorophyllkörner durch Theilung beobachtet, die allgemein vorzukommen scheint und darin besteht, daß das Korn in der Mitte eine Einschnürung bekommt, die so weit eindringt, bis das Korn in zwei gleiche Theilkörner getrennt wird. Man sieht daher manchmal biskuitförmig eingeschnürte oder perlschnurartig verbundene Chlorophyllkörner.

Bei den meisten Pflanzen haben die Chlorophyllkörper Einschlüsse von Stärkekörnern (§. 38.). In den Chlorophyllsternen von *Zygnēma* ist im Centrum je ein großes Stärkekorn vorhanden; in den grünen Bändern der *Spirogȳra* deren viele, und auch die Chlorophyllkörner erzeugen mit wenigen Ausnahmen unter normalen Verhältnissen in ihrem Innern je ein oder mehrere Stärkekörnchen. Diese Einschlüsse entstehen erst mit der Zeit, erscheinen zuerst als kleine Punkte, die sich allmählich vergrößern und endlich später, wenn die Zelle aufhört zu functioniren, wieder daraus verschwinden. Sie dürfen meist als Assimilationsprodukte des Chlorophylls betrachtet werden, über die in der Physiologie besonders zu handeln ist.

Ueber die chemische Natur und die Reactionen des Chlorophyllfarbstoffes ist die Pflanzenchemie zu vergleichen.

In den meisten Fällen sehen die Pflanzentheile, in denen Chlorophyll in reichlicher Menge vorhanden ist, grün aus. Aber andersfarbige Pflanzentheile können trotzdem Chlorophyll enthalten. Wenn im Zellsaft gewisser Zellen, sogar derjenigen, welche Chlorophyllkörner besitzen, ein anderer Farbstoff aufgelöst ist, so verdeckt dieser in der Gesammtwirkung das Grün des Chlorophylls oft vollständig. Das Gleiche tritt ein, wenn in den Chlorophyllkörnern noch andere Farbstoffe mit dem Chlorophyll gemengt vorkommen (§. 36.).

Literatur über Chlorophyllkörper: H. v. Mohl, Botanische Zeitung 1855, Nr. 6 u. 7. — Böhm, Sitzungsbericht der Wiener Akademie. October 1856. — Griś, Ann. des sc nat. 4 sér. T. VII. 1857. — Sachs, Flora 1862, pag. 129; 1863, pag. 193. — Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867, pag. 362.

2. Die übrigen an das Protoplasma gebundenen Farbstoffe. Außer dem Chlorophyll giebt es noch viele andere Farbstoffe, welche an geformte Theile des Protoplasma gebunden sind. Letztere können im allgemeinen als Farbstoffkörper oder Pigmentkörper bezeichnet werden. Wir unterscheiden sie außer nach der Verschiedenheit des Farbstoffes, den sie tragen, auch nach ihren Beziehungen zum Chlorophyll. Die hier in Betracht kommenden Farbstoffe sind nämlich entweder Begleiter des Chlorophylls oder Umwandlungen desselben oder stehen in gar keiner Beziehung zu demselben. §. 36.

a. Chlorophyllhaltige Farbstoffkörper. Bei vielen Algen kommen eigenthümliche Farbstoffe vor, welche mit dem Blattgrün gemengt in den Chlorophyllkörpern enthalten sind. Letztere haben dann nicht die Farbe des Chlorophylls,

§. 36. sondern eine Mischfarbe aus diesem und dem anderen Farbstoff, oder der letztere verhüllt das Grün vollständig. Nach dem Tone dieser Pigmentkörper richtet sich auch die Farbe der ganzen Pflanze. Die für die betreffenden Algen charakteristischen Farbstoffgemenge hat man mit besonderen Namen belegt; gegenwärtig aber, wo man sie als Gemenge mehrerer Farbstoffe kennen gelernt hat, muß man auch die einzelnen Pigmente zu trennen und genauer zu erforschen suchen. Man unterscheidet daher folgende: 1) Der ledergelbe Farbstoff der Diatomaceen, das sogenannte Diatomin, ist ein Gemenge von Chlorophyll und Phycoxanthin[1], d. i. ein goldgelber Farbstoff, welcher wie das Chlorophyll in Wasser unlöslich und in Alkohol löslich ist, aus der alkoholigen Lösung aber durch Benzin vom Chlorophyll sich trennen läßt. Beide sind hier gemengt an Farbstoffkörper von eigenthümlicher Form gebunden; dieses sind Bänder oder Platten oder klumpenförmige oder körnige Partien im Protoplasma. 2) Die Fucoideen oder Schwarztange haben ein dunkelbraunes Colorit, welches man Phäophyll[2] genannt hat. Dasselbe tritt in den Zellen in Form von Körnern auf, welches die eigentlichen Chlorophyllkörner sind, die hier durch drei Pigmente zugleich gefärbt sind; sie enthalten nämlich a) Phycophäin[3], d. i. ein in Wasser auflöslicher, in Alkohol unlöslicher (daher nach Extraction der übrigen Farbstoffe durch Alkohol zurückbleibender) Stoff von intensiv braunrother Farbe, b) das schon genannte goldgelbe Phycoxanthin und c) Chlorophyll. 3) Die Florideen oder Rothtange sind meist durch eine schön rothe Farbe, das sogenannte Rhodophyll[4], ausgezeichnet, welches in der lebenden Pflanze an den Chlorophyllkörnern haftet. Diese sind nämlich außer durch Chlorophyll auch durch einen rothen Farbstoff, das Phycoerythrin[5], tingirt. Letzteres ist löslich in Wasser, diffundirt daher bei Verletzung der Zellen oder beim Absterben der Pflanze leicht aus den Zellen heraus und läßt die grünen Chlorophyllkörner zurück. 4) Das blaugrüne oder schmutziggrüne Pigment der Phycochromaceen, welches Phycochrom[6] genannt wurde, ist ein Gemenge von drei Farbstoffen; dieses sind a) Phycocyan[7], ein im Wasser auflöslicher, in Alkohol unlöslicher blauer Farbstoff, der daher beim Absterben der Algen oft aus den Zellen diffundirt und dann z. B. das Papier blau färbt, b) das oben genannte goldgelbe Phycoxanthin, c) Chlorophyll. Hier sind keine geformten Pigmentkörper vorhanden, sondern alle drei Farbstoffe tingiren gleichmäßig das ganze Protoplasma der Zelle, und von den relativen Mengenverhältnissen dieser drei Pigmente hängt die bald mehr ins blaue, bald mehr ins grüne, bald mehr ins bräunliche gehende Färbung dieser Algen ab.

Auch bei manchen im Wasser lebenden Phanerogamen und Gefäßkryptogamen enthalten die Chlorophyllkörner zugleich noch einen bräunlichen oder röthlichen Farbstoff, dessen chemische Eigenschaften aber nicht näher bekannt sind. Gewöhnlich gilt dies von den Chlorophyllkörnern derjenigen Zellen, welche der Oberfläche des Pflanzentheils am nächsten liegen, während die tiefer liegenden Gewebe reine Chlorophyllkörner besitzen. So z. B. bei den Arten von *Potamogēton*; bei *Equisētum limōsum* nur an denjenigen Theilen, die sich unter Wasser gebildet haben, während die an der Luft gewachsenen Theile (die unteren Stücke der Internodien) grün aussehen.

Die über der Erde wachsenden nicht grünen, bleichen Stengel mancher Pflanzen, die man darum sogar für ganz chlorophyllos gehalten hat, haben in ihren Zellen braune, entweder gerundete oder spindelförmige und zweispitzige Farbstoffkörper, welche aber auch zugleich etwas Chlorophyllfarbstoff zu enthalten scheinen. So die Stengel von *Neottia nidus avis*, die der Orobancheen und die fructificirenden Stengel von *Equisētum arvēnse*.

Endlich nehmen die Chlorophyllkörner mancher immergrünen Gewächse, und deßhalb auch der ganze Pflanzentheil, während der Zeit der Winterkälte einen

---

1) Zusammengesetzt aus φῦκος Tang und ξανθός gelb. 2) zusammengesetzt aus φαιός braun und φύλλον Blatt. 3) zusammengesetzt aus φῦκος Tang und φαιός braun. 4) zusammengesetzt aus ῥόδον Rose und φύλλον Blatt. 5) zusammengesetzt aus φῦκος Tang und ἐρυθρός roth. 6) zusammengesetzt aus φῦκος Tang und χρῶμα Farbe. 7) zusammengesetzt aus φῦκος Tang und κυανός dunkelblau.

§. 36.

braunen Farbenton an, z. B. bei Coniferen, besonders *Thuja*. Entweder bleiben dabei die Körner in ihrer Form erhalten oder sie lösen sich in formlose Massen auf, aus denen sich bei Eintritt von Wärme die Körner wieder formen unter Verschwinden der braunen Farbe. Es ist noch nicht sicher ermittelt, ob es sich hier um einen anderen Farbstoff oder um Umwandlungen des Chlorophylls selbst handelt.

b. Chlorophyllose Farbstoffkörper. Es giebt gewisse Farbstoffe, welche in gleicher Weise wie Chlorophyll an einen protoplasmatischen Träger von bestimmter Form gebunden sind, der aber nicht zugleich Chlorophyll enthält. In Zellen, in denen solche chlorophyllose Farbstoffkörper vorkommen, giebt es gewöhnlich überhaupt keine Chlorophyllkörner, und die Pflanzentheile haben dann dieselbe Farbe wie ihre Pigmentkörper. Dies gilt von vielen rothen, gelben und manchen blauen Pflanzentheilen. Die Form der protoplasmatischen Träger ist eine ziemlich mannichfaltige, bisweilen auch eine krystallinische; insofern würden dieselben zu den Krystalloiden (§. 37.) zu rechnen sein, und werden sie darum auch als Farbstoffkrystalloide bezeichnet. Hierher gehören: 1) Anthoxanthin[1], gelbe oder rothe Farbstoffkörper, welche die Farbe vieler rothen Früchte (*Solānum dulcamāra, lycopersicum* und anderer Arten, *Capsĭcum, Lycium, Sorbus, Rosa* ꝛc.) und der gelben und mancher rothen Blumenblätter und anderer Blütentheile, sowie die rothe Farbe der Antheridienwandungen der Characeen und Laubmoose verursachen, von denen freilich noch zu entscheiden ist, ob sie chemisch alle einander gleich sind. Ihre Form ist bald die gerundeter Körner, bald mehr eine langgestreckte, spindelförmige, oft zweispitzige, gerade oder gekrümmte, oder auch eine mehr sternförmige, endlich auch eine mehr oder weniger krystallinische (meist rhombische Plättchen); alle Uebergänge existiren zwischen diesen Formen, die oft in einer und derselben Zelle zusammen vorkommen (Fig. 46.). Bei den langspitzigen Formen sind die spitzen Enden farblos. Der Farbstoff ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, daher durch diesen ausziehbar. Jod färbt ihn bläulich. Die Körper liegen wie Chlorophyllkörner in dem wandständigen Protoplasma. Zum Theil entstehen diese Farbstoffkörper aus Chlorophyllkörnern; so besonders in den oben genannten Früchten, die deshalb anfangs grün sind und um so mehr sich färben, als diese Umwandlung sich vollzieht. Dieselbe kann auf zweierlei Art stattfinden. Entweder bleibt das Chlorophyllkorn als geformter Körper erhalten und der grüne Farbenton geht allmählich durch Gelbgrün in Gelb und zuletzt in Roth über, wobei sich zugleich die Gestalt des Kornes durch entsprechendes Wachsthum ändert, wenn die Anthoxanthinkörper eine abweichende Gestalt besitzen. Oder das Chlorophyllkorn löst sich zunächst mehr oder weniger vollständig auf, sein Farbstoff aber erhält sich, die grüne Masse zerfließt, um sich aber bald wieder zu einem neuen Körper mit bestimmten und immer schärfer werdenden Umrissen zusammenzuziehen, und während dies geschieht, geht die grüne Farbe allmählich in Roth über. Diese letztere Bildungsweise findet auch da statt, wo die Zelle schon ursprünglich formloses Chlorophyll enthielt. Die Stärkeeinschlüsse der Chlorophyllkörner schwinden bei der Umwandlung allmählich; die fertigen Anthoxanthinkörper enthalten keine Stärke. Die Anthoxanthinkörper vermehren sich ebenso wie Chlorophyllkörner durch Theilung. Außerdem entstehen dergleichen auch noch selbständig aus dem Protoplasma in der Periode, wo die Zelle schon kein Chlorophyll mehr, sondern nur Anthoxanthinkörper enthält; sie bilden sich dann auf dieselbe Weise wie Chlorophyllkörner, aber gleich in rother Farbe. Aus beiden Gründen ist die Zahl der Anthoxanthinkörper in den Zellen, besonders bei den rothen Früchten zuletzt zur Reifezeit ungemein vermehrt. In manchen Pflanzentheilen entstehen diese Farbstoffkörper überhaupt nur auf diese

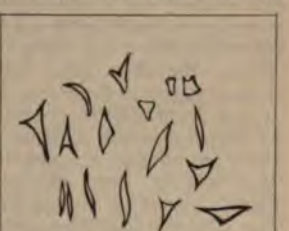


Fig. 46.
Anthoxanthinkörper aus den Zellen der Frucht von *Rosa*, in verschiedenen Formen. 300fach vergrößert.

1) Zusammengesetzt aus ἄνθος Blüte und ξανθός gelb.

letztere Art, d. h. ohne das Stadium der grünen Farbe durchlaufen zu haben. So in den meisten hierher gehörigen Blütentheilen (Blumenblätter von *Tropaeölum*, *Heliánthus*, Antheren von *Crocus*, *Colchicum*), die ja auch anfangs nicht grün gefärbt sind. Die rothe Farbe der Möhren rührt von krystallinischen rothen Pigmentkörpern her, die vielleicht auch hierher gehören. — Als gelbe Körnchen, die sich auf Zusatz von Kali purpurroth färben, soll auch die Chrysophansäure im Gewebe der gelben Flechte *Parmelia parietina* und in den Parenchymzellen der gelben Rhabarberwurzeln und *Rumex*-Wurzeln auftreten, desgleichen das Frangulin oder Rhamnoxanthin in der Rinde von *Rhamnus frangula*. 2) Blaue oder violette Farbstoffkörper. Diese bestehen ebenfalls aus einer geformten protoplasmatischen Unterlage, welche mit dem Farbstoff tingirt ist. Letzterer ist ebenfalls durch Alkohol, oft schon durch Wasser ausziehbar. Blaue Farbstoffkörper von gerundeter Form finden sich in den Zellen mancher Blüten (z. B. bei *Strelitzia reginae* und *Tillandsia amoena*), blaue oder violette von ovaler oder unregelmäßiger oder krystallinischer Form in den Blüten von *Viola* und *Orchis*, intensiv violette Farbstoffkrystalloide in Form rhombischer oder sechseitiger dünner Tafeln in den Früchten von *Solánum americánum*. Eine eigenthümliche Bildung sind die dunkelblauen Farbstoffbläschen, welche die tiefblaue oder schwarze Farbe der Brombeeren verursachen (Fig. 47.). In den unreifen rothen Früchten ist der Zellsaft durch einen aufgelösten rothen Farbstoff geröthet, wie in vielen andern rothen Pflanzentheilen; zugleich befinden sich im Protoplasma Chlorophyllkörner, die bis zur Reife unverändert bleiben. Außerdem bilden sich aber im Protoplasma zahlreiche kugelrunde Vacuolen, die sich zu den Farbstoffbläschen entwickeln. Der Saft der Vacuolen enthält ebenfalls, aber in noch stärkerer Concentration, den rothen Farbstoff des Zellsaftes aufgelöst; dann erscheint im Centrum der Vacuole ein, seltner mehrere kleine Körnchen eines festen tiefblauen Farbstoffes, welche sich vergrößern, bis sie einen großen Theil der Vacuole ausfüllen, wobei sie ihre scharfen Ränder verlieren. Die Farbstofferne scheinen nur festes Pigment zu sein, nicht auf einer protoplasmatischen Unterlage zu haften. Jede Vacuole ist von einer verdichteten Hülle von Protoplasma wie von einer Haut umgeben; indem sich nun die Vacuolen isoliren, bleibt diese Hülle unverändert; die Gebilde schwimmen als isolirte Bläschen im Zellsafte oder sind noch zu mehreren in abgelösten Protoplasmaballen eingeschlossen.

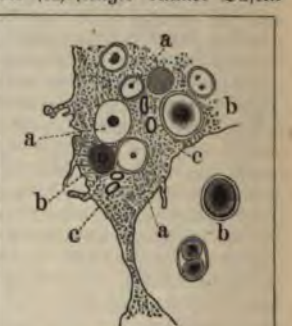


Fig. 47.

Dunkelblaue Farbstoffbläschen aus dem Fruchtfleisch einer Brombeere. Ein Stück Protoplasma, in welchem außer einigen unveränderten Chlorophyllkörnern c c Farbstoffbläschen in verschiedenen Entwickelungsstadien liegen; a a a im Centrum der Vacuole ein tiefblaues Körnchen; bei b Farbstoffbläschen, in denen das centrale Körnchen sich vergrößert und allmählich die ganze Vacuole mit blauem Farbstoff erfüllt wird. Rechts bei b isolirte Farbstoffbläschen.

Literatur über Farbstoffkörper: Hildebrand, anatom. Untersuchungen über die Farben der Blüten. In Pringsheim's Jahrbüch. für wiss. Bot. 3. Bd. — Weiß, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Farbstoffes in Pflanzenzellen. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1864. — Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867. pag. 376. — Ueber Farbstoffe der Algen: Rosanoff, Mém. de la soc. des sc. nat. de Cherbourg. 1867. — Millardet, Comptes rendus 1869. — Askenasy, Bot. Zeitung 1867, Nr. 30 und 1869, Nr. 47.

§. 37. **3. Aleuronkörner**[1] und **Krystalloide.** Im Protoplasma mancher Zellen sind geformte protoplasmatische, nämlich vorwiegend aus Eiweißstoffen bestehende Bildungen enthalten, welche, wenn sie Körnerform haben, als Aleuronkörner, und wenn sie krystallinisch sind, als Krystalloide bezeichnet werden.

Aleuronkörner, Klebermehl oder Proteïnkörner sind allgemein verbreitet in den Reservestoffbehältern der Samen (Zellen des Endosperms oder der

1) Ἄλευρον Weizenmehl.

§. 37.

Kotyledonen). Sie kommen entweder mit Stärkemehlkörnern (§. 38.) zusammen in einer und derselben Zelle vor (z. B. bei Erbsen, Bohnen ꝛc.) oder für sich allein in besonderen Zellen, welche dann keine Stärkekörner enthalten (Getreidekörner, Fig. 48.). Am häufigsten aber finden sie sich in Samen, die überhaupt kein Stärkemehl, sondern fettes Oel enthalten. Dann ist das letztere mit der Grundmasse des Protoplasma innig gemengt, während die Aleuronkörner selbst kein Fett enthalten, sondern in dieser Grundmasse des Protoplasma eingeschlossen liegen (Fig. 49, A u. B). Meist sind in einer Zelle die Aleuronkörner in Mehrzahl vorhanden, sehr zahlreich da, wo sie ziemlich klein sind. Gewöhnlich aber ist in jeder Zelle ein Aleuronkorn oder einige wenige durch ansehnliche Größe ausgezeichnet. Die meisten Aleuronkörner, jedenfalls wohl alle großen, besitzen Einschlüsse, welche stofflich von der übrigen Substanz des Kornes mehr oder weniger verschieden sind. Letztere, soweit sie also nicht zu den Einschlüssen gehört, ist immer eine Eiweißsubstanz, wie dies aus ihren Reactionen hervorgeht, die mit denen des Protoplasma (§. 33.) übereinstimmen. Diese Eiweißsubstanz ist entweder eine in Wasser unlösliche oder lösliche. Wasser, welches eine Spur Kali enthält, löst sie alle auf. Gewöhnlich bleibt von der Substanz ein umgebendes Häutchen ungelöst zurück. Ebenso bleiben die Einschlüsse ungelöst. Solcher Einschlüsse (Fig. 49.) kommen folgende vor: a) Krystalloide (Fig. 49, B), ebenfalls aus eiweißartiger Subsanz bestehende, krystallförmige Körper, die, wenn sie vorhanden, meist den größten Theil des Aleuronkornes ausmachen. Diese sind im Wasser immer unlöslich und zeigen alle Reactionen und Krystallformen der unten zu nennenden Krystalloide (z. B. bei *Ricinus*). b) Globoide, d. s. nicht krystallinische, gerundete oder traubenförmig zusammengesetzte Körper, welche bald einzeln, bald in Mehrzahl in einem Aleuronkorn vorkommen (Fig. 49, B, E, F). Sie sind im Wasser sowie in verdünntem Alkohol unlöslich, lösen sich aber in Säuren auf und zeigen nicht die Reactionen eiweißartiger Körper, sondern bestehen aus einer Verbindung von Phosphorsäure mit Kalk und Magnesia. Auch bei ihrer Auflösung bleibt ein dünnes Häutchen ungelöst. c) Krystallinische Einschlüsse von oxalsaurem Kalk (Fig. 49, C, D), die weniger häufig vorkommen, besonders bei *Vitis vinifera* sich finden, bald als gerundete Drusen, bald als einzelne, mehr oder weniger deutlich ausgebildete Krystalle in Form von Octaedern, rhombischen Platten, Nadeln u. dergl. (als kleesaurer Kalk erkennbar an der Löslichkeit in Mineralsäuren und der Unlöslichkeit in Essigsäure, sowie in Ammoniak). Von diesen Einschlüssen kommt entweder nur eine Art in einem Aleuronkorn vor, am häufigsten ein Globoid; oder es finden sich deren zwei neben einander in einem Korn, z. B. bei *Ricinus* ein Krystalloid und ein Globoid, oder bei *Vitis* oft ein Globoid mit Krystallen von oxalsaurem Kalk, wobei bisweilen das erstere rings um einen Krystall oder eine Krystalldruse sich bildet; Krystalloide zugleich mit Krystallen bei *Aethusa cynapium*. Die Entstehung der Aleuronkörner beruht eigentlich nur auf einer Dissociation des protoplasmatischen Zellinhaltes. Letzterer stellt anfänglich eine trübe Grundmasse dar. In dieser bilden sich zunächst die Einschlüsse der künftigen Aleuronkörner. Erst wenn die Austrocknung des reifen Samens beginnt, sondern sich aus Eiweißstoffen bestehende, anfangs noch weiche Massen von der trüben Grundmasse ab, umhüllen die Einschlüsse, nehmen an Umfang zu und stellen nun die Aleuronkörner dar.

Fig. 48.

Durchschnitt durch den äußeren Theil eines **Weizenkornes**, 300fach vergrößert.

e Epidermis des Weizenkornes.
a Zellschichten unter der Epidermis, welche zusammen mit den bei b liegenden Zellschichten, deren Zellhöhlen infolge äußerst starker Membranverdickung undeutlich ist, die Schale des Kornes bilden.
c Die sogenannte Kleberschicht, deren Zellen ausschließlich mit **Aleuronkörnern** erfüllt sind.
d Zellen mit **Stärkekörnern** erfüllt, gleich allen übrigen, weiter nach innen liegenden.

Fig. 49.

Aleuronkörner mit Einschlüssen.

A Zelle aus dem Endosperm von *Ricinus communis*, in Glycerin liegend, zeigt mehrere große Aleuronkörner.

B Dieselbe in verdünntem Glycerin; nach Auflösung der Substanz der Aleuronkörner die Einschlüsse sichtbar, welche theils Krystalloide, theils Globoide sind. 800fach vergrößert. Nach Sachs.

C—F Aleuronkörner von *Vitis vinifera*, in Wasser, worin sie bis auf eine Hüllhaut und die Einschlüsse aufgelöst sind. Letztere sind in C und D Krystalle von oxalsaurem Kalk, bei C in Octaederform, bei D in Drusenform, in E und F doppelte und einfache Globoide. 500fach vergrößert.

Beim Keimen der Samen geht diese Sonderung wieder auf eine Vereinigung der Substanz der Aleuronkörner mit der Grundmasse zurück, worauf die Einschlüsse ebenfalls gelöst werden.

Krystalloide nennt man die geformten Eiweißstoffe, sobald sie in ihrer Form mit Krystallen übereinstimmen; diesen gleichen sie auch in ihrer Eigenschaft der Doppelbrechung des Lichtes, unterscheiden sich aber von ihnen besonders dadurch, daß sie Flüssigkeiten imbibiren, und durch die Quellbarkeit, und verhalten sich in dieser Beziehung den anderen organisirten Zellentheilen gleich. Besonders zeigen sie in Kalilösung starke Quellung, wobei ihre Winkel sich beträchtlich ändern und die Gestalt sich der Kugelform nähert. In ihren Reactionen stimmen sie mit den Aleuronkörnern und dem Protoplasma überein und erweisen sich darin als Proteinstoffe im allgemeinen. Doch müssen in ihnen zwei Stoffe gemengt sein, deren einer durch schwache Säuren ausgezogen wird, während der andere als Skelett oder als Hülle zurückbleibt. Die Krystallform ist die des Würfels, des Tetraeders, Octaeders, Rhomboeders ꝛc., doch ist sie bisweilen unvollständig ausgebildet. Krystalloide sind entweder dem Protoplasma unmittelbar und einzeln eingelagert, z. B. in den äußeren Parenchymzellen der Knollen mancher Kartoffelsorten, in den Endospermzellen von *Sparganium ramosum* und von Cyperaceen mit Stärkekörnern zusammen, oder sie sind in großer Zahl im Innern des Zellenkernes vorhanden bei *Lathraea squamaria*, oder kommen wie erwähnt als Einschlüsse in Aleuronkörnern vor. Es giebt auch Krystalloide als Farbstoffträger, von denen im vorigen Paragraph die Rede ist. In manchen Florideen finden sich von Natur farblose Krystalloide, die aber nach dem Tode der Pflanze vermöge ihres Verhaltens zu Farbstoffen durch das rothe Pigment dieser Pflanzen sich färben und die man Rhodospermin genannt hat.

Literatur über Aleuronkörner und Krystalloide: Hartig, Bot. Zeitg. 1856. pag. 527. — Maschke, Bot. Zeitg. 1859. pag. 409. — Radlkofer, Ueber die Krystalle proteinartiger Körper ꝛc. Leipzig 1859. — Nägeli, Sitzungsber. d. k. bayer. Akad. 1862. pag. 233. — Pfeffer, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. VIII, pag. 429.

§. 38. **4. Stärkekörner, Stärkemehl** oder **Amylum**, farblose, solide Körner bildend, welche dieselbe chemische Zusammensetzung haben wie die Cellulose (zu den Kohlenhydraten gehören) und an der dunkelvioletten Färbung, die sie mit Jod

annehmen, in der Zelle leicht erkannt werden können. Sie sind in kaltem Wasser, §. 38.
Alkohol und anderen Flüssigkeiten unlöslich (nur wenn sie zerdrückt werden, geben sie an kaltes Wasser einen geringen Theil als Lösung ab), geben mit heißem Wasser einen Kleister, auch quellen sie in concentrirten Säuren und Alkalien auf. In den Zellen sind die Stärkekörner dem Protoplasma eingelagert, wenigstens entstehen sie in demselben; sie kommen bald mit anderen geformten Inhaltsbestandtheilen zusammen in derselben Zelle vor, bald für sich allein, nicht selten erfüllen sie zuletzt in Menge den ganzen Innenraum der Zelle, wenn das Protoplasma zum größten Theil verschwunden ist. Man kann dann die Körner durch Zerreiben der Gewebe in der allgemein bekannten Form eines Mehles gewinnen.

Die Stärkekörner zeigen nach Form und innerer Organisation gewisse Eigenthümlichkeiten bei den einzelnen Pflanzen. In jeder stärkeführenden Zelle finden sich immer Amylumkörner von sehr verschiedener Größe beisammen. Die kleinen Körner zeigen nirgends hervorstechende Eigenthümlichkeiten, sind überall von ungefähr gerundeter Form, ohne deutliche innere Organisation. Die großen Stärkekörner aber lassen Eigenthümlichkeiten erkennen, durch welche man die von verschiedenen Pflanzen herrührenden Stärkemehlsorten unterscheiden kann. Die allgemeine Form der Körner (vgl. Fig. 50.) ist meistens eine nahezu gerundete, doch selten genau kugelförmige, nämlich bald mehr linsenförmig, wie bei Weizen, Roggen und Gerste, oder fast scheibenförmig abgeplattet, wie beim ostindischen Arrowroot (von *Curcuma*-Arten), bald mehr länglich, wie bei Erbsen u. dergl., bald mehr unregelmäßig eiförmig, wie in der Kartoffelknolle, bald annähernd polyedrisch, wie beim Mais. Allgemein zeigen die großen Stärkekörner eine innere Schichtung, die sich auf ein in ihnen selbst liegendes Bildungscentrum bezieht. Es beruht diese Organisation auf der verschiedenen Vertheilung des Wassers in dem Stärkekorn. Die wasserreicheren Partien haben geringere Dichte und Cohäsion und schwächere Lichtbrechung, daher sie neben den wasserärmeren Partien minder hell erscheinen. Es folgen nun schichtenweise abwechselnd wasserarme und wasserreiche Partien von außen nach innen auf einander, so zwar, daß stets die äußerste Schicht eine wasserarme ist und daß nach innen zu der relative Wassergehalt zunimmt und in einem bestimmten Punkte des Innern, der zugleich das Centrum der Schichtung ist, sein Maximum erreicht. Dieser Kern ähnelt in seiner Form ungefähr derjenigen des ganzen Stärkekornes; er kann im mathematischen Centrum liegen, häufiger aber excentrisch (in hohem Grade bei der Kartoffelstärke und beim ostindischen Arrowroot, Fig. 50, D, G); im letzteren Falle sind die Schichten an der Seite des stärksten Wachsthumes zahlreicher, als an der gegenüberliegenden, also unvollständig, nicht sämmtlich um den Kern ganz herumlaufend. Die Richtung des stärksten und des schwächsten Wachsthums des Stärkekorns geht zwar immer durch den Kern, ist aber nicht immer eine gerade Linie. Die geringere Dichtigkeit der Substanz im Innern der Stärkekörner hat zur Folge, daß sich beim Austrocknen derselben im Kern leicht eine Höhlung bildet, von welcher oft Risse ausstrahlen, welche die Schichten rechtwinklig durchbrechen, nach außen hin aber immer enger werden (vergl. Fig. 50, B). Daß der verschiedene Wassergehalt die Ursache der Schichtung ist, ergiebt sich daraus, daß beim Wasserverlust, z. B. durch Austrocknen oder durch wasserentziehende Mittel, wie Alkohol, die Schichtung verschwindet, weil die wasserreichen Partien durch Verlust ihres Wassers ähnliche Dichtigkeit und Lichtbrechung annehmen, wie die von Natur wasserarmen.

Die Stärkekörner wachsen, denn anfangs sind sie alle, auch die später größten Körner, sehr kleine Kügelchen, welche im Protoplasma der Zelle erscheinen. Die Substanz, welche ihnen zum Wachsthum zugeführt wird, muß im Protoplasma in einer chemisch verschiedenen, aber verwandten Form (wahrscheinlich als Zucker) gelöst sein, dringt als solche in das Stärkekorn ein und nimmt hier erst die chemische Form des Amylums an. Das Wachsthum geschieht nicht durch Anlagerung neuer Molecüle an die Oberfläche des Kornes, sondern durch Intussusception, d. h. die neuen Stärkemolecüle bilden sich überall in der Substanz des Kornes zwischen den schon vorhandenen, und es kommt also auch die Schichtung erst durch innere Differenzirung zustande, d. h. dadurch, daß in einer wasserarmen Schicht eine wasserreiche nachträglich entsteht, also die erstere sich spaltet in zwei dichte und eine minder dichte, wasserreiche Schicht. Dieser Wachsthums-

§. 38.

Fig. 50.

Verschiedene Formen der Stärkekörner der wichtigsten Stärkesorten, stark vergrößert.

A Weizen (aus dem Samen), bei a die linsenfge Gestalt von der Seite zeigend.
B Roggen (aus dem Samen).
C Hafer (aus dem Samen), zusammengesetzte Körner, das eine in die Theilkörner zerbrochen.
D Kartoffel (aus der Knolle), Körner excentrisch geschichtet, links unten ein zusammengesetztes Korn.
E Bohne (aus dem Samen).
F Westindisches Arrowroot (aus dem Wurzelstock von *Maranta* und ea).
G Ostindisches Arrowroot (aus dem Wurzelstock von *Curcuma*-Arten), a von der schmalen Seite.

vorgang muß aus der Beschaffenheit der wachsenden Körner geschlossen werden. §. 38.
Stets sind die jungen kleinsten Körner ganz aus dichter, wasserarmer Substanz gebildet, während an den erwachsenen Körnern der Kern nicht die Beschaffenheit jener jüngsten Körner besitzt, sondern stets aus wasserreicher Substanz besteht. Ferner müßten bei Wachsthum durch Ansatz von außen Körner gefunden werden, deren äußere Schicht eine wasserreiche ist, was niemals vorkommt, denn jene Schicht ist immer eine dichte, wasserarme.

Auf dem Wachsthum durch Intussusception und auf der inneren Differenzirung der Substanz beruht auch die Bildung der zusammengesetzten Stärkekörner (Fig. 50, C, F). Hier bilden sich in einem jungen Korne zwei Kerne, und um jeden erfolgt Schichtenbildung, das Wachsthum findet besonders stark in der Verbindungslinie statt, die Kerne entfernen sich immer mehr von einander und in den wenigen gemeinsamen äußersten Schichten tritt eine Spannung ein, deren Folge endlich ein Zerfallen des Kornes in zwei Bruchkörner sein kann. Oft wiederholt sich in jungen Körnern die Bildung neuer Kerne, so daß ein Korn aus mehr als zwei, bisweilen aus zahlreichen Bruchkörnern (z. B. beim Hafer, Fig. 50, C) besteht; diese hängen mehr oder weniger dauerhaft zusammen, sie bilden ein zusammengesetztes Korn, welches durch Druck leicht in seine Theilkörner zerfällt. Wenn in einem Korne erst, nachdem es als einfaches Korn schon eine gewisse Größe erreicht und eine Anzahl Schichten gebildet hat, neue Kerne im Innern auftreten, um die sich dann besondere Schichtencomplexe bilden, so entstehen die sogenannten halbzusammengesetzten Stärkekörner, bei denen also die Theilkörner durch die gemeinsamen Schichten umschlossen und vereinigt bleiben. Von diesen durch innere Differenzirung entstehenden zusammengesetzten Stärkekörnern müssen diejenigen ähnlichen Formen unterschieden werden, welche durch ein bloßes Zusammenwachsen anfänglich getrennter Stärkekörner zustande kommen, wie es bisweilen mit den in Chlorophyllkörnern sich bildenden Stärkekörnern, Stärkeeinschlüssen (§. 35.), der Fall ist. Wenn deren mehrere in einem Chlorophyllkorne entstehen und sich dann stark vergrößern, so kommen sie oft mit einander in Berührung und verwachsen äußerlich zu einem scheinbar zusammengesetzten Stärkekorn, in dessen Mitte bisweilen noch der farbige Ueberrest des Chlorophyllkornes ringsum eingeschlossen liegt.

Ihren chemischen Eigenschaften nach sind die Stärkekörner aus organischer Substanz, Wasser und einer geringen Menge Aschebestandtheile gemengt. Die Stärkesubstanz tritt aber in zwei Modificationen auf, die in jedem Stärkekorn mit einander zusammen vorkommen. Der eine Theil, welcher die Hauptmasse des Stärkekornes bildet, ist durch Löslichkeit in gewissen Lösungsmitteln und durch die blaue Färbung, die er durch Jod bei Gegenwart von Wasser annimmt, charakterisirt und wird Granulose genannt; der andere bleibt in jenen Lösungsmitteln ungelöst zurück und färbt sich mit Jod nicht oder nur kupferroth; er steht also in seinen Reactionen der Cellulose (§. 31.) näher und wird daher Stärke-Cellulose genannt. Es giebt verschiedene Lösungsmittel, durch welche die Trennung dieser beiden Bestandtheile zu erzielen ist: Einwirkung von Speichel bei erhöhter Temperatur (im allgemeinen 40—47° C.), ferner auch durch sehr verdünnte Salz- oder Schwefelsäure, Chromsäure, durch organische Säuren, sowie durch Diastase, Pepsin. Die Cellulose bleibt dann immer als ein Skelett zurück, welches die innere Organisation des Kornes noch erkennen läßt, aber leichter, substanzärmer als das vollständige Stärkekorn ist.

In der lebenden Zelle werden die Stärkekörner zu einer gewissen Zeit wieder aufgelöst um zu anderweiten Bildungen in der Pflanze verwendet zu werden, besonders, wo sie als Reservenährstoffe in Samen, Rhizomen oder Knollen aufgespeichert worden sind. Bisweilen wird auch hierbei die Granulose zuerst gelöst, so daß die Cellulose zurückbleibt; doch wird letztere später ebenfalls gelöst. Oft beginnt dies stellenweis am Korn, wodurch dieses in Stücke zerfällt, die endlich völlig aufgelöst werden. Oder es wird sofort Granulose und Cellulose gelöst, und zwar von außen nach innen; doch beginnt der Prozeß oft ebenfalls an einzelnen Stellen des Umfanges, so daß Löcher und Spalten entstehen und das Korn in Stücke zerfällt, ehe es völlig verschwindet.

Literatur über Stärkekörner: Nägeli, Pflanzenphysiologische Untersuchungen. Heft II. aus Sitzungsber. d. kgl. bayer. Akad. d. Wiss. 13. Juni 1863.

§. 39. **5. Der Zellsaft und die in ihm enthaltenen Bestandtheile.** In den meisten Zellen scheidet sich, wenn dieselben eine gewisse Größe und Ausbildung erreicht haben, im Protoplasma ein Saftraum (§. 33.) aus, bestehend aus Wasser in flüssiger Form, in welchem verschiedene Substanzen aufgelöst sind. Diese wässerige Lösung kann als Zellsaft bezeichnet werden. Seine Zusammensetzung ist je nach den Pflanzen und Pflanzentheilen und nach der Entwickelungsperiode derselben eine sehr verschiedene, aber immer dürften wenigstens organische Verbindungen und anorganische Substanzen (Aschebestandtheile) zusammen darin vorkommen. Bisweilen nimmt auch einer dieser Bestandtheile feste Form an, indem er sich in Krystallen oder in Klumpen oder Tropfen im Zellsaft niederschlägt. Die im Zellsaft gelösten Stoffe lassen sich, außer wenn es Farbstoffe sind, mikroskopisch nur durch gewisse Reactionen nachweisen, und für mehrere derselben sind solche hierzu geeignete mikrochemische Reactionen bekannt. Gegenüber der großen Zahl existirender Pflanzenstoffe, die in den Pflanzensäften gelöst vorkommen, ist die Zahl derjenigen, die wir mikrochemisch im Zellsafte nachweisen können, immer noch eine kleine. Es handelt sich hier hauptsächlich um folgende:

1) Inulin,[1] ein Kohlenhydrat, welches im Zellsaft mancher Compositen und verwandter Pflanzen, besonders in den Wurzelstöcken, z. B. von *Taraxăcum officinăle*, *Inŭla helenium*, *Heliănthus tuberōsus* ꝛc. aufgelöst vorkommt. Durch Austrocknen, desgleichen durch Zusatz von Alkohol, in welchem das Inulin unlöslich ist, scheidet es sich in den Zellen bald in unregelmäßig körnigen Stücken, bald in Form sogenannter Sphärokrystalle ab. Letzteres sind größere gerundete Körper, welche aus strahlig angeordneten sehr zahlreichen krystallinischen Elementen bestehen. Diese sind außerdem noch durch folgende Reactionen als Inulin charakterisirt. Sie sind nicht quellungsfähig, lösen sich in sehr viel kaltem Wasser langsam, in warmem schneller, leicht in Alkalien und Säuren, und werden durch Jod nicht gefärbt.

2) Die Zuckerarten, ebenfalls Kohlenhydrate, sind allgemein nur Bestandtheile des Zellsaftes, in welchem sie immer nur gelöst vorkommen. Zellen mit zuckerhaltigen Zellsäften zeigen folgende Reactionen. In Alkohol ist Zucker löslich, wird nicht niedergeschlagen. Bei Zusatz von Kupfervitriol und Kali wird, wenigstens durch den Traubenzucker, das Kupferoxyd zu Oxydul reducirt, welches sich daher in rothen Flocken im Zellsaft ausscheidet, wenn dieser jenen Zucker enthält. Rohrzucker reducirt nicht, giebt daher einen gleichförmig blauen Zellsaft, weil das überschüssige Kali das Kupferoxyd mit blauer Farbe auflöst. Die eiweißartigen Stoffe des Protoplasma färben sich mit diesem Reagens violett; wo keine Zuckerarten vorhanden sind, tritt die Violettfärbung der Eiweißstoffe hervor.

3) Gummi und Pflanzenschleime. Diese Kohlenhydrate, welche zum Theil an der Bildung der Zellmembran betheiligt sind (§. 31.), können auch als Bestandtheile des Zellsaftes auftreten. Solche Zellen enthalten gewöhnlich schon im jungen Zustande in ihrem Saftraum Gummi aufgelöst und vergrößern sich oft stärker als ihre benachbarten nicht gummihaltigen Zellen, wobei ihr Protoplasma immer mehr schwindet und zuletzt der ganze Zellraum oft mit nichts weiter als mit einer klaren, dicken Gummi- oder Schleimmasse erfüllt ist. In Alkohol gerinnt dieser Inhalt zu einer trüben, ziemlich farblosen oder bräunlichen Masse. In Kupferoxyd und Kali tritt keine Reduction (Röthung) ein. Diese Stoffe sind entweder echte Gummiarten, die sich durch Jod nicht färben und bei Behandlung mit Salpetersäure Schleimsäure neben Oxalsäure liefern, oder sie sind mit der Cellulose verwandt, wie der Schleim, der in gewissen Zellen der Wurzelknollen von *Orchis*-Arten enthalten ist, welcher sich mit Jod und Schwefelsäure wie die Cellulose blau färbt und mit Salpetersäure behandelt keine Schleimsäure bildet. Gummizellen finden sich ferner im Parenchym der Linden, im grünen Gewebe von *Thuja*, im Parenchym vieler Monokotyledonen.

4) Organische Säuren kommen im Zellsafte theils frei, theils an Basen gebunden als Salze vor. Mikroskopisch lassen sich die organischen Säuren, deren es eine sehr große Zahl giebt, in den Zellen nicht nachweisen oder unterscheiden,

1) Von Inŭla Alant, welcher Inulin enthält.

§. 39.

mit Ausnahme der Oxal- oder Kleesäure, weil diese im Pflanzenreiche sehr verbreitete Säure gewöhnlich als Kalksalz in Form von Krystallen im Zellsafte auftritt. Diese sind im Parenchym vieler Phanerogamen zu finden, bieweilen als ein schön ausgebildeter großer Krystall in Form von Rhomboedern, Octaedern, prismatischen Säulen u. dergl. Noch häufiger bilden sie Krystalldrusen. Diese sind entweder von gerundeter Form, indem um einen Punkt zahlreiche unvollständig ausgebildete krystallinische Zacken mit einander verwachsen sind, wie in der Rinde vieler Bäume ꝛc., oder sie stellen Bündel nadelförmiger parallel an einander liegender Krystalle dar, die man Raphiden[1] genannt hat und die unter den Monokotyledonen sehr verbreitet sind, wo gewöhnlich die Gummi- und Schleimzellen es sind, die je eine solche Krystalldruse enthalten (Fig. 51.). Diese Raphiden entstehen schon in der jungen Zelle, indem sie in dem soeben sich bildenden Saftraum, oder noch bevor dieser erschienen ist, auszukrystallisiren beginnen; sie liegen dann nur im Zellsaft. In andern Fällen bleibt ein dünnes aus protoplasmatischer Substanz bestehendes Häutchen um die Krystalle erhalten, welches nach der Auflösung des oxalsauren Kalkes zurückbleibt. Als oxalsaurer Kalk erweisen sich alle diese Krystalle durch ihre Reaction: in mineralischen Säuren lösen sie sich ohne Luftblasenentwickelung auf; in Ammoniak, desgleichen in Essigsäure sind sie unlöslich. Auch in der Zellmembran kommen Krystalle von oxalsaurem Kalk vor (☞ S. 58.).

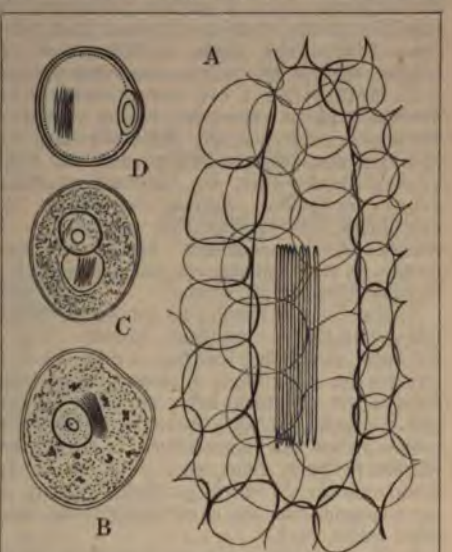


Fig. 51.
Schleimzellen mit Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk (Raphiden).

A Eine ausgebildete solche Zelle zwischen dem kleinzelligen Parenchym, ganz mit Schleim erfüllt, in der Mitte ein großes Bündel nadelförmiger Krystalle, aus dem Blatte von *Agâve mexicâna*.

B—D Entwickelung solcher Zellen in den jungen Wurzelknollen von *Orchis*.

B Erstes Stadium: die Zelle noch ganz mit Protoplasma erfüllt; neben dem Zellkern beginnen die Krystallnadeln sich zu bilden.

C Um die Krystalldruse hat sich der Saftraum im Protoplasma gebildet.

D Der Saftraum vergrößert, Protoplasma und Zellkern an die Zellwand zurückgedrängt; der Saftraum stellt jetzt schon eine Lösung von Schleim dar, wie später in der erwachsenen Schleimzelle.

5) Gerbstoffe, die besonders in vielen Rinden vorkommen, treten theils gelöst im Zellsafte, theils in Form kugeliger Körper oder Tropfen auf, die von einer vielleicht aus Gerbstoffen und Eiweisstoffen bestehenden festeren Haut umgeben sind. Im Parenchym mancher Pflanzentheile kommen einzelne Zellen vor, die lediglich Gerbstofflösung enthalten. Gerbstoffhaltiger Zellsaft und der Inhalt der Gerbstoffkugeln werden durch Eisensalze schwarzblau oder schwarzgrün, durch Kali roth- oder gelbbraun gefärbt.

6) Fette Oele sind immer Bestandtheile des Zellinhaltes, aber sie können sowohl im Protoplasma als auch im Zellsafte vertheilt vorkommen. Da sie nicht in Wasser löslich sind, so erscheinen sie immer in Form kleiner oder größerer Tröpfchen oder Kügelchen von ölartigem Aussehen, die sich an ihrer Auflöslichkeit, d. h. an ihrem Verschwinden in Aether, Benzin, Schwefelkohlenstoff u. dergl. leicht

1) Von ῥαφίς Nadel.

als Fette erkennen lassen. In den protoplasmareichen Zellen der ölhaltigen Samen sind sie dem Protoplasma eingelagert als sehr kleine Kügelchen, also eine Emulsion bildend. Nach Zusatz von Reagentien, in denen das Protoplasma sich zusammenzieht, treten sie aus demselben aus, wobei sie sich leicht zu größeren Oeltropfen vereinigen und daher deutlicher erkannt werden können. Eigenthümliche Oelkörper kommen in den Zellen der meisten Lebermoose vor. Gewöhnlich liegt in jeder Zelle, und zwar im Saftraume, ein einziger großer gerundeter Oelkörper, der oft einen großen Theil des Zellraumes einnimmt. Reagentien, in welchen fettes Oel löslich ist, lösen nur einen Theil der Körper auf, es bleibt eine hautartige Hülle zurück, welche die Reaction der Eiweißstoffe zeigt. Die Oelkörper bestehen also aus einem Fett- und einem Eiweißstoffe.

7) Aetherische Oele und Kampferarten. Vielfach sind diese Stoffe Secrete, welche in Intercellularkanälen (§. 48.) abgesondert werden. Nicht selten kommen sie aber auch im Zellinhalte vor, in Form von ölartigen Tröpfchen, Kügelchen oder größeren Massen, und wie auch der Kampfer bisweilen in besonderen größeren Zellen, die keine anderen Inhaltsbestandtheile haben, z. B. bei *Laurus camphŏra*, *Asărum europaeum*. Leichte Löslichkeit in Alkohol läßt diese Stoffe als ätherische Oele erkennen. — Auch die sogenannten Milchzellen würden sich hier anschließen: sehr langgestreckte, daher den eigentlichen Milchsaftgefäßen (§. 46.) ähnliche, nur mit Milchsaft (§. 46.) erfüllte Zellen, die im Baste mancher Pflanzen sich finden.

8) Farbstoffe kommen oft im Zellsaft aufgelöst vor, welcher dann eine gleichmäßig farbige, klare Flüssigkeit darstellt. Sehr verbreitet ist das Anthocyan[1], ein rother oder blauer Farbstoff, welcher bei Gegenwart freier Säure im Zellsafte geröthet, bei Anwesenheit alkalischer Stoffe gebläuet ist. Grüne Färbung durch Alkalien tritt in solchen Zellen nur dann ein, wenn gleichzeitig ein durch Alkalien gelb werdender Körper (Gerbstoff) vorhanden ist. Anthocyan findet sich in den meisten rothen und blauen Blüten, in vielen dunkelrothen und dunkelblauen saftigen Früchten (Kirschen, Pflaumen ꝛc.), in den an der Lichtseite gerötheten Stellen der Aepfel, Birnen ꝛc., in den gerötheten Blättern und Stengeln vieler grünen Pflanzen allgemein, auch als winterliche Färbung vieler grünen Blätter, sowie im herbstlichen rothen Laub.

9) Die zahlreichen anderen organischen Verbindungen, wie namentlich die Alkaloide, die Glykoside, Bitterstoffe ꝛc., welche unzweifelhaft als Bestandtheile des Zellsaftes vorkommen, sind zumeist mikrochemisch bis jetzt nicht nachweisbar, soweit sie im Zellsaft gelöst sind. Doch hat man in einigen Fällen Sphärokrystalle ähnlich denen des Inulins (Nr. 1.) gefunden, welche nicht Inulin, sondern Glykoside oder andere Verbindungen sein mögen. Dieselben scheiden sich im Zellsaft ab infolge der Einwirkung von Alkohol, Glycerin u. dergl. Solche sind gefunden worden in den Parenchymzellen des Fruchtfleisches von *Citrus aurantium* und *limonium*, in der Epidermis von *Coccŭlus laurifolius*, in den Blättern der Marattiaceen, in Selaginellen, in *Canna* und in tropischen Orchideen.

10) Im Zellsaft gelöst kommen wohl ausnahmslos auch anorganische Körper (Aschebestandtheile) vor, die wir aber mikrochemisch nicht nachweisen können. In fester Form sollen Kieselscheiben im Innern gewisser kleiner Zellen in der Nähe der Gefäßbündel der Orchideen und Palmen vorkommen.

Literatur über einige Bestandtheile des Zellsaftes: Sachs, Ueber einige neue mikroskopische chemische Reactionsmethoden. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1859. — Prantl, Das Inulin. München 1870. — Sachs, Sphärokrystalle des Inulins. Bot. Zeitg. 1864. Nr. 12. — Holzner, Flora 1864, 1866, 1867. — v. Holle, Ueber die Zellenbläschen der Lebermoose. Heidelberg 1857. — Pfeffer, Oelkörper der Lebermoose. Flora 1874. Nr. 1—4. — Frank, Ueber die Entstehung und die anatom. Bedeutung der vegetabilischen Schleime. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. V.

E. Zellbildung.

§. 40. Jede Bildung neuer Zellen setzt eine schon vorhandene Zelle voraus: Zellen bilden sich nur wieder aus Zellen. Hierbei heißt allgemein diejenige Zelle, von welcher neue gebildet werden, Mutterzelle; die von ihr erzeugten Zellen werden Tochterzellen genannt. Es giebt verschiedene Arten der Zellbildung. Allen

1) Zusammengesetzt aus ἄνθος Blüte und κυανός dunkelblau.

ist nur das Eine gemeinsam, daß aus dem schon vorhandenen Protoplasma ein §. 40.
oder mehrere neue Protoplasmakörper sich bilden, die sich eher oder später mit eigener Zellhaut bekleiden. Man kann zunächst zwei Hauptarten unterscheiden, unter welche sich die verschiedenen Formen der Zellbildung unterordnen lassen: Zelltheilung und freie Zellbildung.

1. **Zelltheilung**, auch **vegetative Zellbildung** genannt, weil sie die gewöhnliche Vermehrung der Zellen in allen wachsenden Organen ist. Sie besteht darin, daß das Protoplasma der Mutterzelle meist in der Mitte in Form einer Ringfalte sich einschnürt und in zwei Theile theilt, worauf von der Zellhaut aus eine Scheidewand aus Zellstoff zwischen beiden Theilen entsteht, die dadurch zu den Tochterzellen werden, so daß die Mutterzelle in den beiden Tochterzellen aufgeht. Wir unterscheiden hier wieder zwei Formen:

1. Zweitheilung der Mutterzelle in gleiche Tochterzellen oder eigentliche Zelltheilung. Hier verändert die zur Theilung sich vorbereitende Mutterzelle ihre Gestalt nicht, sondern die Theilung tritt unmittelbar in der Mitte

Fig. 52.
Zelltheilung bei *Conferva utriculosa*.
A Zwei Zellen des Algenfadens, beide in ihrer Mitte (bei a) in Theilung begriffen.
B Ein ebensolcher Theilungszustand einer Zelle, deren Protoplasma (in welchem Chlorophyllkörner sich befinden) durch Behandlung mit verdünnter Jodlösung etwas contrahirt worden ist, und dadurch deutlicher die ringförmige Einfaltung bei a zeigt, wo sich die Ringleiste von Zellstoff bereits soweit gebildet hat, als die Einfaltung des Protoplasma reicht. 345fach vergrößert. Nach Pringsheim.

der Mutterzelle ein, so daß diese in zwei Hälften, d. i. in zwei ungefähr gleiche Tochterzellen zerfällt. Selten, am klarsten z. B. bei der Theilung der Zellen von *Spirogyra*, *Conferva* ꝛc., entsteht die Scheidewand successiv (Fig. 52.): nachdem der Protoplasmakörper in der Mitte sich ringförmig eingefaltet hat, erscheint von der Haut der Mutterzelle ausgehend eine Ringleiste von Zellstoff, welche in die Einfaltung hineinwächst und je mehr die letztere nach innen vorrückt, nachfolgt, zuletzt schließt sich die ringförmige Lamelle zur Scheibe, sie ist jetzt die Scheidewand zwischen den beiden vollständig getrennten Protoplasmakörpern. Der gewöhnliche Vorgang aber, wie er jedenfalls allgemein bei der Gewebebildung höherer Pflanzen auftritt, besteht darin, daß die Scheidewand simultan erscheint, d. h. sobald der Protoplasmakörper der Mutterzelle in zwei Theile, die sich einander dicht anliegen, gesondert ist, tritt die Scheidewand zugleich an allen Punkten, also als eine quer durch den Zellraum gespannte dünne Haut auf

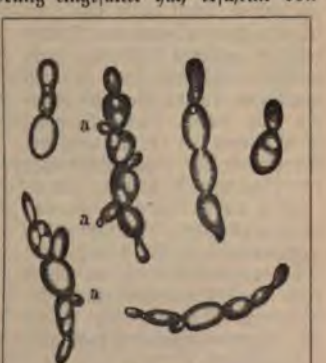


Fig. 53.
Hefepilz der Bierhefe.
Die Zellen in Vermehrung durch Sprossung begriffen. Bei aaa die Punkte, wo soeben ein neuer Fortsatz getrieben wird, der sich später als Tochterzelle abgrenzt; daher die Zellen reihenweis und ästig verbunden. 400fach vergrößert. Nach Meeß.

2. Sprossung und Abschnürung heißt die Zelltheilung, wenn die Mutterzelle vorher an der Spitze oder Seite einen Fortsatz treibt, der sich aufbläht und darnach durch eine Scheidewand als Tochterzelle sich abgrenzt von der Mutterzelle, die dabei in ihrer bisherigen Form verbleibt, wie es beim Wachsthum des Hefepilzes (Fig. 53.) und der Verzweigung der Fäden vieler Algen (Fig. 57.) und Pilze der Fall

§. 40. iſt. Bei den durch Abſchnürung entſtehenden Sporen der Pilze iſt der Vorgang derſelbe: die Spore iſt die durch Sproſſung getriebene Tochterzelle; indem die Scheidewand, welche ſie von der Mutterzelle trennt, ſich ſpaltet, löſt ſich die Spore von jener ab, was man als Abſchnürung bezeichnet.

II. **Freie Zellbildung**, welche die für die Fortpflanzungszellen charakteriſtiſche Form der Zellbildung iſt, begreift alle diejenigen Prozeſſe, bei welchen die Tochterzellen frei innerhalb der Zellhöhle der Mutterzelle ſich befinden und ſich mit einer eigenen Membran umhüllen, ſo daß ſie keinen Theil der Membran der Mutterzelle zu ihrer Bildung erhalten, wie es bei der Zelltheilung der Fall iſt. Das Protoplasma der Mutterzelle zieht ſich um einen oder mehrere Punkte zu dichteren, allmählich ſich ſchärfer abgrenzenden Maſſen zuſammen, deren jede oft einen Zellkern bekommt und alſo zunächſt eine nackte Zelle darſtellt, früher oder ſpäter aber ſich ringsum mit einer neuen Zellhaut bekleidet und ſo zur Tochterzelle wird. Eine Mutterzelle erzeugt durch freie Zellbildung eine einzige oder eine beſtimmte geringe Anzahl oder zahlloſe Tochterzellen. Wir unterſcheiden auch hier wieder mehrere Formen:

1) Nur ein Theil des Protoplasma der Mutterzelle wird zur Bildung von Tochterzellen verwendet, ein anderer Theil bleibt übrig als lebendes Protoplasma der Mutterzelle, in welchem zuletzt die fertig gebildeten und mit einer Zellhaut umhüllten Tochterzellen ſich befinden (Fig. 54.). Dieſer Vorgang iſt allgemein bei der Bildung der Sporen in den Sporenſchläuchen der Pilze und Flechten zu finden.

2) Das geſammte Protoplasma der Mutterzelle geht in der Bildung der Tochterzellen auf; es bleibt von der Mutterzelle nur die Membran übrig. Hierbei laſſen ſich wieder folgende Modalitäten unterſcheiden:

a) Die Tochterzellen umgeben ſich ſogleich nach ihrer Bildung, noch innerhalb der Mutterzelle, mit einer Zellhaut. Ein ſehr deutliches Beiſpiel dafür liefert die Bildung der Ooſporen in den

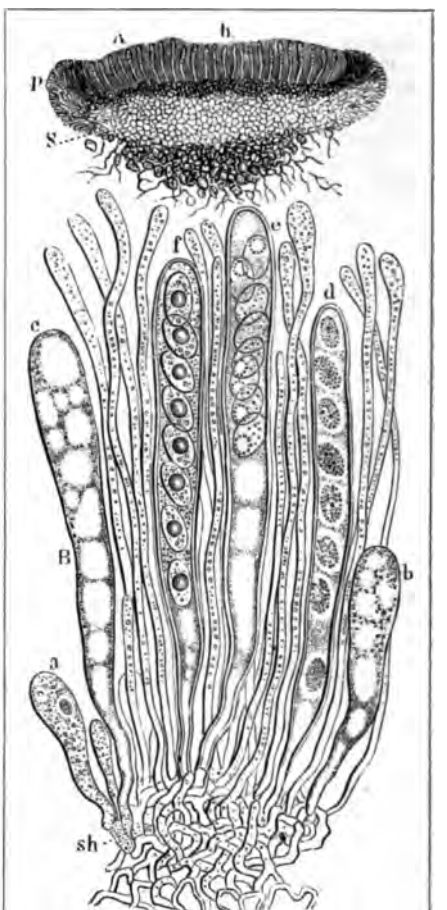


Fig. 54.

Freie Zellbildung in den Sporenſchläuchen eines Becherpilzes (*Peziza convexula*).

A Durchſchnitt durch den Fruchtkörper des Pilzes, bei h die Schicht der Sporenſchläuche. 20fach vergrößert.

B Mehrere Sporenſchläuche in verſchiedenen Entwickelungszuſtänden von a bis f.

e erwachſener Schlauch vor der Sporenbildung, d im Beginne der Sporenbildung, e mit 8 deutlich gebildeten Tochterzellen (Sporen), f mit weiter ausgebildeten Sporen. Nach Sachs.

Oogonien der Saprolegniaceen und Peronosporeen. Die meist kugelig angeschwollenen Oogonien sind die Mutterzellen; ihr ganzes Protoplasma zerfällt in mehrere gleiche Theile, die sich sphärisch abrunden und sich dabei zusammenziehen, so daß die Mutterzelle außer ihnen nur Wasser enthält. Nachdem die kugeligen Protoplasmakörper befruchtet worden sind, umhüllt sich jeder noch innerhalb der Mutterzelle mit einer Zellhaut und stellt dann die fertige Tochterzelle, die Oospore, dar. Oder es kann auch das ganze Protoplasma des Oogoniums zu einem einzigen kugeligen Körper sich zusammenziehen; es wird dann nur eine einzige Tochterzelle gebildet. Hierher gehört auch die Sporenbildung bei den Moosen und Gefäßkryptogamen. Der ganze in der Mutterzelle enthaltene Protoplasmakörper zerfällt hier gleichzeitig in 4 Theile, welche gewöhnlich nach den Ecken eines Tetraeders geordnet in der Haut der Mutterzelle eingeschlossen liegen (Fig. 55.). Wenn die 4 Theile sich völlig gesondert haben, umgeben sie sich mit einer Zellhaut, und jeder stellt dann eine Spore dar. Es liegen dann also 4 Tochterzellen in der Haut der Mutterzelle eingeschachtelt. Letztere wird aber hier während der Bildung der Membran der Tochterzellen, oder bisweilen schon vorher aufgelöst. Auch die Pollenbildung der Phanerogamen schließt sich hier an, nur mit dem Unterschiede, §. 40.

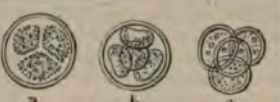


Fig. 55.

Sporenbildung der Moose.

a Sporenmutterzelle aus der jungen Kapsel von *Funaria hygrometrica*. Das gesammte Protoplasma beginnt in 4 tetraedrische Theile zu zerfallen, von denen drei sichtbar.
b Aus den 4 Theilen sind 4 Zellen (Sporen) geworden, noch von der Mutterzellhaut umschlossen.
c Die 4 fertigen Sporen nach Auflösung der Mutterzellhaut. 550fach vergrößert.

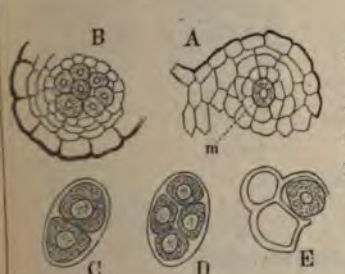


Fig. 56.

Pollenbildung vom Raps.

A Durchschnitt durch ein Stück der Anthere mit einem der künftigen Pollensäcke. m die erste Urmutterzelle des Pollens.
B Dasselbe in späterer Entwickelung. Die Urmutterzellen durch Theilung vermehrt.
C u. D Urmutterzellen in zwei Graden der Theilung in 4 Specialmutterzellen.
E Dasselbe im Durchschnitt; in den Specialmutterzellen sind durch freie Zellbildung je eine junge Pollenzelle entstanden; dieselben bis auf eine herausgefallen, so daß die Membranen der Mutterzellen zurückgelassen worden sind. Der gesammte Protoplasmainhalt jeder Mutterzelle ist zu einer Tochterzelle geworden.

daß die Bildung von 4 Zellen aus der Mutterzelle hier nach dem unter I. betrachteten Vorgang der echten Zelltheilung vor sich geht, indem von der Membran der Mutterzelle aus Scheidewände zwischen den 4 Tochterzellen sich bilden (Fig. 56.), die dann also wie 4 Fächer in der Mutterzelle, gewöhnlich auch nach den Ecken eines Tetraeders geordnet, erscheinen. Dann erst umgiebt sich der gesammte Protoplasmakörper eines jeden Faches mit einer neuen Zellhaut, an der die Haut und die Scheidewände der Mutterzelle sich nicht betheiligen; dies ist also der Vorgang der freien Zellbildung, ein Fall, wo nur eine einzige Tochterzelle gebildet wird, und diese stellt nun hier die Pollenzelle dar, deren somit auch hier 4 aus der Urmutterzelle hervorgehen. Die Haut und die Scheidewände der Mutterzelle werden während der Ausbildung der Membran der Pollenzellen allmählich aufgelöst.

b) Die Tochterzellen werden nackt aus der Mutterzelle geboren und umhüllen sich erst nach ihrem Austritte aus derselben mit einer Haut. Dies ist der bei der Bildung der Schwärmsporen (§. 33.) der Algen und Pilze stattfindende Prozeß. Entweder zerfällt das Protoplasma in sehr zahlreiche kleine Portionen, welche als nackte Zellen (als Schwärmsporen mit Wimpern) aus der

§. 40. Mutterzelle ausschwärmen (Fig. 57, C), oder das gesammte Protoplasma zieht sich zu einem einzigen Körper zusammen, welcher die Organisation einer Schwärmspore annimmt und aus der Mutterzelle austritt. Erst nachdem sie eine Zeit lang im Wasser sich bewegt haben, umgeben sie sich mit einer Zellhaut und werden dadurch

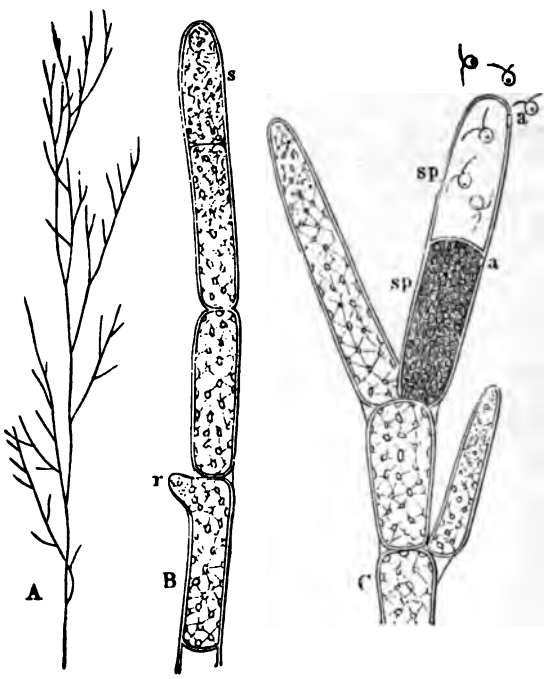


Fig. 57.

Zellbildung bei Cladophŏra longiselma.

A Stück des Thallus, schwach vergrößert. B und C stärker vergrößerte Zellenfäden. Die Zellen enthalten Chlorophyllkörner mit netzförmigen Protoplasmasträngen.

B zeigt in der Scheitelzelle s des Fadens die gewöhnliche Zelltheilung, durch welche der Faden wächst, die Gliederzellen desselben vermehrt werden, und bei r Sprossung, durch welche eine Gliederzelle an ihrem oberen Ende einen seitlichen Fortsatz treibt, der sich nach einiger Zeit am Grunde durch eine Scheidewand abgrenzt und einen Zweig des Fadens bildet, wie solche bei C zu sehen sind.

C zeigt die Bildung von Schwärmsporen durch freie Zellbildung; bei sp eine Zelle, die noch mit den durch freie Zellbildung entstandenen zahllosen Schwärmsporen dicht erfüllt ist; sp oben eine andere ebensolche Zelle, die bereits von den meisten Schwärmsporen verlassen ist. a die Stelle, wo die Membran sich öffnet, um die Schwärmsporen zu entlassen.

zu ruhenden Zellen. Es kommt auch vor, daß die Schwärmsporen schon einmal bei ihrem Austritte sich mit einer dünnen Haut umgeben, die sie aber kurz darauf verlassen um sich schwärmend zu entfernen.

c) Die Tochterzelle entsteht aus der Vereinigung der Protoplasmakörner zweier Zellen: Conjugation[1] oder Copulation[2]. Diese Form der Zellbildung, welche zugleich die einfachste Form des Geschlechtsactes ist, zeigt uns, daß mit der Bildung von Zellen nicht nothwendig eine

1) Conjugāre verbinden. 2) copulāre zusammenbinden (copŭla Band).

Vermehrung derselben verbunden sein muß, denn bei der Conjugation hören immer §. 40.
zwei Zellen auf zu existiren um einer neuen das Dasein zu geben: die junge Zelle ist das Vereinigungsproduct der beiden Eltern. Man hat darum den Proceß auch als eine Paarung bezeichnet und nennt die beiden zur Vereinigung bestimmten Protoplasmakörper der Mutterzellen Gameten[1], das Vereinigungsproduct Zygote[2] oder, da es meistens eine eigenthümliche Sporenart ist, die auf diese Weise gebildet wird, Zygospore[3]. Die Conjugation kann nun wieder in verschiedenen Formen auftreten, die sich besonders darnach richten, ob die Zellbildung nach dem einen oder dem anderen des soeben unter a und b beschriebenen Modus geschieht. Der erste Fall, wo die Tochterzelle, d. i. die Zygote innerhalb der einen Mutterzelle sich bildet und mit einer Haut umgiebt, ist die eigentliche Copulation, bei welcher die beiden Zellen sich durch einen offenen Schlauch verbinden, durch welchen das Protoplasma der einen Zelle nach der andern überströmt und sich dort mit demjenigen der Nachbarzelle vereinigt (Fig. 58.). Bei den Zygosporeen

Fig. 58.

Copulation von *Spirogyra longāta*.

A Zellen zweier Fäden mit spiralbandförmigen Chlorophyllkörpern und den an Protoplasmafaden aufgehängten Zellkernen. In der Mitte bereiten die Zellen die Copulation vor.
B In Copulation begriffene Fäden. Bei a strömt soeben der Inhalt der unteren Zelle durch den Copulationsschlauch in die obere hinüber. Bei b beide Inhalte vereinigt.
C Zwei Zellen mit fertigen Zygosporen. 550fach vergrößert.

d. s. diejenigen Kryptogamen, für welche die Copulation charakteristisch ist, tritt die Erscheinung übrigens mannichfaltig modificirt auf, worüber das Nähere in der Morphologie dieser Kryptogamen zu finden ist. Der zweite Fall besteht darin, daß nackt geborene Tochterzellen, nämlich Schwärmsporen, sich während ihres Schwärmens meistens paarweis aneinanderhängen und mit einander zu einem einzigen vereinigen, der sich dann mit einer Zellhaut umgiebt und zu einer ruhenden Spore wird. Diesen Vorgang hat man als Paarung der Schwärmsporen bezeichnet. Bei den Myxomyceten vereinigen sich sogar zahlreiche Schwärmer mit einander zu einem größeren, anfangs hautlosen Körper, das Plasmodium (§. 33.).

Verhalten des Zellkerns bei der Zellbildung. In Pflanzenzellen, die überhaupt keinen deutlichen Zellkern besitzen, ist von einem solchen auch bei der Zellbildung nichts zu sehen. Wo aber ein solcher vorhanden ist, zeigt er ein bemerkenswerthes Verhalten. In einigen Fällen ist es unzweifelhaft, daß der Kern der Mutterzelle vorher sich auflöst, seine Substanz sich in der des Protoplasma vertheilt, und daß darnach soviel Kerne neu entstehen, als Tochterzellen gebildet

1) Γαμέτης Gatte. 2) ζυγωτός gejocht, zusammengejocht. 3) zusammengesetzt aus ζυγόν das Joch und σπορά Spore.

§. 40. werden; um jeden Kern sammelt sich ein Protoplasmaklumpen, der dann die Tochterzelle darstellt. Bei der freien Zellbildung der Sporen in Sporenschläuchen, wenn hier überhaupt Zellkerne gebildet werden, scheint der eben beschriebene Vorgang stattzufinden. Ferner werden sicher bei *Spirogyra* vor dem Copulationsact die Zellkerne der beiden Gameten gelöst, und die Zygospore ist anfangs kernlos, erhält erst bei der Keimung wieder einen Kern. Auch in einigen anderen Fällen dürfte dieses Verhältniß zutreffend sein, und bis vor kurzem hielt man dies überhaupt für die gewöhnliche Regel. Nun sind aber sichere Fälle bekannt geworden, wo der Zelltheilung die Theilung des Kernes vorausgeht, und also die beiden Zellkerne der Tochterzellen aus der Theilung des Mutterzellkernes hervorgegangen sind. Straßburger dehnt neuerdings die Kerntheilung noch weiter, selbst auf die Sporenbildung in Sporenschläuchen, auf die Bildung von Pollenzellen und die freie Zellbildung im Embryosacke der Phanerogamen aus, wonach es den Anschein gewinnt, als sei vielmehr dieser Vorgang der weitaus allgemeinere. Es ist noch zu entscheiden, in welchem Umfange dies Geltung hat. Die Entscheidung wird dadurch erschwert, daß Kern und umgebendes Plasma nicht stets scharf abgegrenzt erscheinen. In den deutlichsten Fällen der Kerntheilung ist der Vorgang nach Straßburger folgender: der Zellkern (Fig. 59, A) wird zunächst grobkörnig (B), die Körner bilden sich zu unregelmäßig gestalteten Stäbchen oder gewundenen Fäden um (C), dann streckt sich der Kern an zwei gegenüberliegenden Seiten, den Polen, und nimmt spindelförmige Gestalt an (Kernspindel), zugleich sammeln und vermehren sich die Körner im Aequator, die Kernplatte bildend (D), während nach den beiden Polen feinfaserige Elemente verlaufen, die vielleicht nur die Bahnen der wandernden Plattensubstanz darstellen. Dann beginnt die Theilung der Kernspindel, dadurch daß die Bestandtheile der Kernplatte, indem sie mit den feinfaserigen Elementen verschmelzen, allmählich gegen die beiden Pole rücken (E), dort sich ansammeln und sich vereinigen (F u. G) zu den beiden Schwesterkernen, welche die Anfänge der beiden neuen Zellkerne sind. Gleichzeitig bilden sich zwischen den beiden auseinanderrückenden Schwesterkernen aus dichterer Plasmasubstanz bestehende Zellfäden, welche sich bogenförmig spreizen. In ihrem Aequator scheidet sich wieder eine Platte dichterer Substanz ab, die Zellplatte (H). Durch diese hindurch sie spaltend geht dann die Theilung des ganzen Protoplasmakörpers vor sich, so daß zwischen der sich spaltenden Zellplatte die neue Cellulosemembran (I) sich abscheidet.

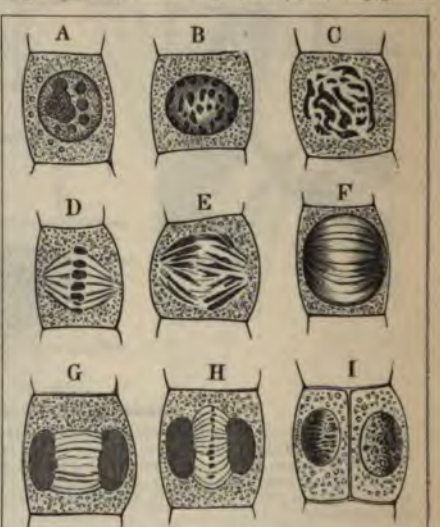


Fig. 59.

Verhalten des Zellkerns bei der Zelltheilung.

Theilung der Mutterzelle der Spaltöffnungen von *Iris pumila*.

A—I aufeinander folgende Entwickelungszustände; Erklärung im Texte. 880fach vergrößert. Nach Straßburger.

Literatur über Zellbildung: H. v. Mohl, Vermischte Schriften. Tübingen 1845. — Schleiden in Müller's Archiv 1838. pag. 137. — Schwann, Mikroskopische Untersuchungen 1839. — Nägeli, Zeitschr. f. wiss. Bot. 1846. Heft 1, 3 u. 4. — Pringsheim, Bau und Bildung der Pflanzenzelle. Berlin 1854, und Jahrb. f. wiss. Bot. I u. II. — Hofmeister, Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867. — Straßburger, Zellbildung und Zelltheilung. Zweite Aufl. Jena 1876; Derselbe, Befruchtung und Zelltheilung. Jena 1878; Derselbe in Bot. Zeitung 1879, Nr. 17 u. 18.

III. Abschnitt.

Vom inneren Bau der Pflanzen. Pflanzenanatomie.

A. Von der Verbindung der Zellen mit einander. Gewebelehre.

I. Räumliche Verbindung der Zellen.

§. 41 Die niedrigsten und einfachsten Pflanzen, z. B. der Hefepilz, die Bakterien u. a., bestehen aus einer einzigen Zelle (einzellige Pflanzen, Fig. 53.). Bei allen anderen Pflanzen finden wir die Zellen in Mehrzahl mit einander verbunden. In räumlicher Beziehung, auf die drei Richtungen des Raumes bezogen, sind drei Arten dieser Verbindung zu unterscheiden: 1) die einfachste Art ist diejenige, wo die Zellen nur in einer einzigen Raumdimension, in der Richtung einer Linie verbunden sind, zu einer fadenförmigen Reihe von Zellen. Diese Verbindung heißt **Zellreihe** oder **Zellfaden.** Sie findet sich z. B. bei den Wasserfäden oder Conferven (Fig. 52.), bei manchen Haaren. 2) Sind die Zellen nur nach zwei Raumrichtungen, d. h. in den Richtungen einer Fläche, mit einander verbunden, so spricht man von einer **Zellschicht,** z. B. bei den Blättern der meisten Moose, bei vielen Prothallien der Farne, bei manchen Algen ꝛc. 3) In den meisten Fällen aber sind die Zellen nach allen drei Raumrichtungen, d. h. über-, unter- und nebeneinander, vereinigt zu einer körperlichen Masse oder einem **Zellkörper.** Hierher gehören fast alle Pflanzentheile außer den soeben genannten.

II. Organische Verbindung der Zellen.

§. 42. Von der gewöhnlichen Art des organischen Verbandes der Zellen mit einander sind mehrere Fälle verschieden, wo sich zwischen zwei oder mehreren Zellen eine eigenthümliche engere Verbindung herstellt, in welcher die daran betheiligten Zellen ihren Charakter als solche mehr oder weniger verlieren und das Ganze wie eine einfache Zelle oder wie ein besonderes Elementarorgan erscheint. In der That hielten die älteren Pflanzenanatomen diese Bildungen unter den gleich zu nennenden Bezeichnungen für besondere von den eigentlichen Zellen verschiedene Elementarorgane. Seitdem wir aber wissen, daß sie ausnahmslos aus der Vereinigung mehrerer Zellen hervorgehen, die nur später nicht mehr zu erkennen sind, können sie unter der Bezeichnung Zellfusionen[1] zusammengefaßt werden. Ihnen steht die gewöhnliche Verbindung der Zellen gegenüber, bei welcher jede Zelle in ihrer Selbständigkeit erhalten bleibt, und die Verbindung als ein Gefüge zahlreicher, bald gleichartiger, bald ungleichartiger, deutlich unterscheidbarer Zellen sich darstellt. Auf diese ist der Ausdruck Zellgewebe anzuwenden.

A. Zellfusionen.

§. 43. Alle hierher gehörigen Bildungen kommen dadurch zustande, daß gleichartige Zellen zu vollständiger Verschmelzung gelangen, indem die sie trennenden Scheidewände ganz oder theilweise aufgelöst werden. Es bilden sich auf diese Weise fadenförmige Aggregate unter sich communicirender Zellen, die mit eigener Membran versehen wie Röhren oder Gefäße in dem Zellgewebe sich verbreiten. Diese Umwandlung erfolgt in der Regel schon im frühen Entwickelungszustande des Pflanzentheiles, so daß sich die erste Entstehung der Zellfusionen nur in jungen Organen verfolgen läßt. Nach Inhalt und Membranbeschaffenheit unterscheiden wir folgende hierher gehörige Bildungen:

§. 44. 1. Gefäße oder Tracheen (vasa, trachĕae), welche durch ihr Vorkommen in den Gefäßbündeln und im Holze (§§ 55., 57), durch verholzte (§. 31.) und faser- oder tüpfelförmig verdickte Membranen (§. 29.) und dadurch, daß ihr ganzer

1) Fusio (von fundĕro gießen, schmelzen) das Verschmelzen.

Protoplasmakörper und sonstiger Zellinhalt schwindet und durch Luft ersetzt wird, von allen folgenden Zellfusionen sich unterscheiden. Nach der Form der Membranverdickung heißen die Gefäße: 1) Spiralgefäße oder Spiralfasertracheen (Fig. 32.), 2) Ringgefäße oder Ringfasertracheen (Fig. 32.), 3) Netzgefäße oder Netzfasertracheen, 4) Leiter- oder Treppengefäße (Fig. 36.), 5) Tüpfelgefäße (☞ §. 29.). Die Gefäße entstehen aus einer Reihe übereinanderstehender Zellen, indem mit Vollendung der Membranverdickung die bald horizontal, bald schief stehenden Scheidewände zwischen diesen Zellen durch Bildung von Poren (§ 29.) perforirt werden, worauf der Inhalt der Zellreihe schwindet. Bei den faserförmig verdickten Gefäßen bildet die Durchlöcherung gewöhnlich einen einzigen großen Porus, der oft über den größten Theil der Querwand sich erstreckt und nur einen sehr schmalen Randstreifen übrig läßt, daher hier die Grenzstellen weniger auffallend sind. In den Tüpfel- und Leitergefäßen hat die Querwand entweder einen einzigen in der Mitte stehenden runden Porus oder mehrere parallel stehende Spalten (Fig. 36.). Dieselben entstehen auf der zarten primären Membran der Querwand durch Verdickung derselben in der Form großer flacher Tüpfel, deren unverdickte Membranstücke dann sofort aufgelöst werden. Die Länge der Gliederzellen eines Gefäßes wird um so größer, je frühzeitiger dasselbe entsteht, weil die Zellen durch das nachfolgende Längenwachsthum des ganzen Organes mit gestreckt werden. Darum sind die Glieder der zuerst entstehenden Ring- und Spiralgefäße viele Male länger als ihr Querdurchmesser. Diejenigen Gefäße, die erst nach vollendeter Streckung des ganzen Organes entstehen, sind kurzgliedriger, die Glieder manchmal kaum länger als breit; solche hat man rosenkranzförmige Gefäße (vasa moniliformia) genannt. Uebrigens giebt es keine Grenze zwischen dem Begriff der Tracheen und der Zellen, denn auch diejenigen Zellen des Holzes, welche als Tracheiden bezeichnet werden, sind in ihren Tüpfeln oft perforirt, und das gleiche ist oben von den behöften Tüpfeln bemerkt worden. Die Tracheen spielen eine wichtige Rolle in der Zusammensetzung der Fibrovasalstränge (§. 55.).

Literatur über die Gefäße: H. v. Mohl, Vermischte Schriften, pag. 208 ff. — Sanio, Bot. Zeitung 1863, pag. 113 ff. und Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IX. — de Bary, Vergleichende Anatomie. Leipzig 1877. pag. 161 ff.

§. 45. 2. Siebröhren (tubi cribrosi, Fig. 60.) finden sich als wesentliche Bestandtheile des Bastes und der Gefäßbündel und sind charakterisirt durch weiche, nicht verholzte, aus Cellulose bestehende Membranen, durch einen Inhalt von schleimiger, protoplasmaähnlicher Substanz und vorzugsweise durch die eigenthümliche Organisation der Flächen mit welchen die Gliederzellen an einander grenzen. An diesen Flächen treten die letzteren in offene Communication durch die Siebplatte, d. i. eine umschriebene, etwas schwächer verdickte, daher einem großen flachen Tüpfel gleichende Membranstelle, die wieder mit zahlreichen, sehr kleinen perforirten Tüpfeln, den Siebporen, bedeckt ist. Auf beiden Seiten der Siebplatte correspondiren die Poren mit einander. Häufig verdicken sich nachträglich die Membranstreifen der Platte um das mehrfache der ursprünglichen Dicke zu einer callösen Masse, in welcher die Poren wie enge Kanälchen erscheinen; die callöse Platte besteht dann aus drei Schichten: der ursprünglichen Siebplatte und den beiderseitigen callösen Verdickungen. Bisweilen, z. B. während des Winters, sind die Kanälchen durch die callöse Verdickung geschlossen. Auf schief stehenden

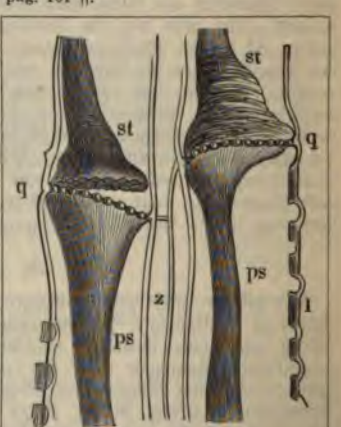


Fig. 60.
Zwei **Siebröhren** von *Cucurbita pepo*.
q q die Siebplatten, st st die auf denselben angehäufte Schleimmasse, die eine etwas von der Siebplatte abgehoben. ps ps die im untern Gliede der beiden Siebröhren enthaltene Schleimmasse. l Siebporen an der Seitenwand einer Siebröhre. z enge Bastzelle zwischen den Siebröhren. 550fach vergrößert. Nach Sachs.

Querwänden kommen oft mehrere Siebplatten neben einander vor; auch auf den Längswänden finden sich dergleichen an der Berührungsstelle zweier Siebröhren. Der Inhalt jedes Siebröhrengliedes ist eine die Wand auskleidende protoplasmaähnliche schleimige Schicht, welche eine wasserhelle Flüssigkeit umgiebt. An dem einen Ende des Gliedes, also auf der einen oder auf beiden Flächen der Siebplatte, befindet sich eine dichtere, aus eiweißartiger Substanz bestehende Schleimansammlung, bald als eine dünne Lamelle, bald als ein hoher Pfropf. Oft sind viele kleine Stärkekörnchen in die Schleimmasse eingelagert. Der Schleiminhalt wandert durch die Poren von einem Röhrenglied in das andere, alle Poren ausfüllend, stets von der Seite, auf welcher die stärkere Schleimansammlung ist, nach der anderen. Bei den Gymnospermen, denen sich in dieser Beziehung die Gefäßkryptogamen zum Theil ähnlich verhalten, finden sich ebenfalls Siebröhren, doch haben sie die Siebplatten meist auf den radialen Längswänden übereinander stehend und ohne callöse Verdickung und enthalten meist keine Schleimansammlungen, sondern fast ausschließlich wasserhelle Flüssigkeit.

Literatur über Siebröhren: Th. Hartig, Bot. Zeitung 1853, pag. 571, und 1854, pag. 51. — Nägeli, Sitzungsber. d. Münchener Akad. Febr. 1861. — Hanstein, Milchsaftgefäße und verwandte Organe ꝛc. Berlin 1864. — de Bary, Vergleichende Anatomie. Leipzig 1877, pag. 179 ff.

§. 46. 3. Milchsaftgefäße, Milchsaftröhren oder Milchröhren (vasa lactifera) finden sich nur bei denjenigen Pflanzen, welche bei Verletzung einen Milchsaft von sich geben. Es sind verzweigte röhrenförmige Organe, welche die Pflanzentheile continuirlich auf weite Strecken durchziehen, eine eigene, weiche, aus Cellulose bestehende Haut haben und eine milchig trübe Flüssigkeit enthalten, welche den Namen Milchsaft führt. Derselbe ist meist von weißer, seltener von orangerother (Chelidonium) oder schwefelgelber Farbe. Der Milchsaft hat nicht die Organisation eines Protoplasma, sondern ist eine Flüssigkeit, in welcher zahllose kleine ungelöste Körnchen von Kautschuk oder Harz emulsionsartig suspendirt sind. Die Flüssigkeit selbst enthält aufgelöst Gummiarten, Zucker, organische Säuren, Alkaloide ꝛc. Im Milchsaft der Euphorbien sind auch Stärkekörner enthalten. Die Milchröhren verlaufen meist in Begleitung der Fibrovasalstränge, zum Theil in denselben (im Weichbast) und gehen bis an die letzten Endigungen derselben in den Blättern, hier oft in unmittelbarer Nachbarschaft der letzten Tracheen, welche die letzten feinen Enden der Fibrovasalstränge bilden. Ihrer Entstehung nach sind die Milchröhren zu unterscheiden in gegliederte und ungegliederte. Erstere, welche bei den Cichoriaceen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Papaveraceen, Papayaceen, Aroideen und Musaceen vorkommen, entstehen frühzeitig aus Reihen langgestreckter Zellen, welche durch Perforation ihrer Querwände zu continuirlichen Röhren verschmelzen. Die Verzweigung rührt daher, daß Zellen von dieser Anordnung mit einander verschmelzen. Aber die Röhren treiben auch seitliche Auswüchse, welche sich zwischen die benachbarten Gewebeelemente eindrängen, hier theils blind endigen, theils mit anderen von benachbarten Röhren kommenden Auswüchsen oder mit den Röhren selbst zusammentreffen und verschmelzen. Es bildet sich daher ein reichmaschiges Netz communicirender Röhren (Fig. 61.). Die

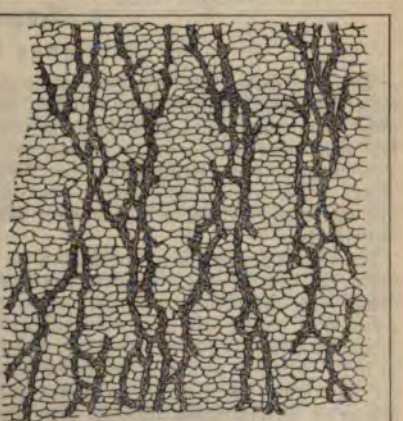


Fig. 61.

Gegliederte **Milchröhren** im Baste der Wurzel von *Scorzonera hispanica*, im tangentialen Längsschnitt; im Parenchym sind die mit trübem Inhalte erfüllten, durch Anastomosen seitlich mit einander netzförmig verbundenen Milchröhren zu sehen. Vergrößert.

ungegliederten Milchröhren kommen bei den Euphorbiaceen, Urticaceen, Apocyneen und Asclepiadeen vor und sind dadurch ausgezeichnet, daß sie keine netzförmigen Anastomosen bilden und alle ihre oft sehr zahlreichen Verzweigungen blind endigen. Ueber ihre Entstehung sind noch nicht alle Zweifel gelöst. Nach de Bary's neuester Behauptung entstehen sie nicht aus verschmolzenen Zellen, sondern ihre Anfänge seien schon im Embryo zu finden als einzelne Zellen, welche sich zu cylindrischen Schläuchen zu strecken beginnen und mit ihren wachsenden Enden sich in die Kotyledonen und gegen das Wurzelende, desgleichen nach dem Vegetationspunkte des Stengelchens hin, zwischen die benachbarten Zellen eindrängen und Zweige bilden, die immer wieder dasselbe Spitzenwachsthum zeigen. Daher seien auch in der erwachsenen Pflanze alle Milchröhren nur Zweige dieser wenigen, schon im Embryo vorhandenen Schläuche, deren Enden bis dicht unter den Vegetationspunkt reichen, mit ihm weiter wachsen und Zweige in die seitlichen Blätter, Knospen und Wurzeln senden. Nun sind aber doch auch hier mitunter, besonders an den Stengelknoten Querwände in den Milchröhren gefunden worden, so daß die Möglichkeit nicht widerlegt ist, daß die bisherige Ansicht über die Entstehung auch dieser Milchröhren zum Theil ihre Berechtigung hat; ebenso ist es noch unentschieden, ob diejenigen Milchröhren, welche in dem aus dem Cambium entstehenden secundären Baste sich befinden, auch nur Zweige der ursprünglichen Röhren sind, die sich in die neuen Bastlagen einschieben, oder ob sie hier neu entstehen. Nach der de Bary'schen Ansicht würden freilich die ungegliederten Milchröhren nicht zu den Zellfusionen gehören, sondern immer nur einfache Zellen sein, die sich jedoch soweit durch Wachsthum vergrößert hätten, daß sie die Länge der ganzen Pflanze erreichen, ihre ursprüngliche Zellennatur verlieren und ebenso wie die gegliederten zu einem zusammenhängenden Gefäßsystem sich verwandeln. Und auch wenn diese Ansicht nicht in aller Strenge sich bestätigen sollte, würden die ungegliederten Milchröhren einen Uebergang zu den eigentlichen Milchsaftzellen bilden, die bei manchen milchenden Pflanzen die Behälter von Milchsaft darstellen (s. §. 39, 7).

Literatur über Milchsaftgefäße: Meyen, Die Secretionsorgane der Pflanze. Berlin 1837. — Hanstein, Die Milchsaftgefäße ꝛc. Berlin 1864. — Dippel, Entstehung der Milchsaftgefäße ꝛc. Rotterdam 1865. — David, Ueber die Milchzellen der Euphorbiaceen ꝛc. Breslau 1872. — de Bary, Vergleichende Anatomie, Leipzig 1877, pag. 191 ff., wo auch weitere Literatur verzeichnet ist.

B. Zellgewebe.

1. Entstehung der Gewebe.

§. 47. Die gewöhnliche Art der Verbindung der Zellen unter einander ist diejenige, wobei jede ihren Zellencharakter beibehält und dabei mit ihren Nachbarn in einem mehr oder minder festen organischen Zusammenhange sich befindet, aus welchem sie sich meist nicht ohne weiteres trennen läßt. Jeder solcher gemeinsam wachsende Zellenverband heißt **Zellgewebe** oder **Gewebe** (tela, contextus) im weitesten Sinne. Wie es zustande kommt, das hängt von der Art der Zellenbildung und von dem Wachsthum der einzelnen Zellen ab. Es sind hier mehrere Fälle zu unterscheiden.

In allen Pflanzentheilen, in welchen die Zellen durch Theilung sich vermehren, stehen die letzteren gleich anfangs mit einander innig und vollständig in Verbindung. Die Scheidewand nämlich, durch welche die Zelle sich in zwei Tochterzellen theilt, welche also je zwei benachbarte Zellen scheidet, erscheint bei ihrer Entstehung als einfache dünne Lamelle (§. 40, Fig. 59, I); es ist keine halbirende Spalte in dieser Zellplatte zu finden; sie gehört beiden Zellen gemeinsam an. Wenn später die Membran sich verdickt, so stellen sich die um jeden Zellraum concentrisch gelagerten Verdickungsschichten (§. 30) deutlich als die ihm allein zukommenden Wände dar, während die dünne Mittellamelle zwischen denselben wie eine gemeinsame Grundsubstanz erscheint (Fig. 35, B). So besonders bei den Zellen des Holzes und Bastes, wo sogar die Mittellamelle eine chemische Veränderung erleidet, der zufolge sie beim Kochen mit Salpetersäure oder Kali sich auflöst, während die übrige Zellhautmasse erhalten bleibt, so daß die Zellen sich von einander trennen (§. 31.). Es kann so der Eindruck hervorgebracht werden, als ob nur die um

§. 47.

jeden Zellraum liegenden Verdickungsschichten die ihm zukommende Wand darstellen, während die Mittellamelle eine gemeinsame Grundsubstanz sei, in der die Zellen eingebettet sind. Aus diesem Grunde hat man die Mittellamelle früher unrichtig Intercellularsubstanz genannt. Gewöhnlich ist sie dünn; in einigen Fällen aber, z. B. im Gewebe der Fucaceen, im Endosperm von *Ceratonia siliqua*, sehr stark entwickelt und aufgequollen, wodurch jener Eindruck um so mehr hervorgebracht wird.

In wenigen Fällen treten anfänglich getrennte Zellen zu einem Gewebe zusammen, wobei dann dieselbe organische Verwachsung ihrer äußeren Membranen stattfindet. So bei manchen Algen, wie *Hydrodictyon*, *Pediastrum* ꝛc., wo anfangs getrennte, schwärmende Zellen zu sogenannten Zellfamilien zusammentreten. Auch die durch freie Zellbildung (§. 40.) im Embryosack der Phanerogamen entstehenden, anfangs isolirten Zellen kommen nachträglich zur Verwachsung. Doch tritt auch in solchen Geweben gewöhnlich sehr bald reichliche Vermehrung der Zellen durch Theilung ein, so daß auch hier der Zusammenhang der Zellen im wesentlichen auf dem vorher bezeichneten Processe beruht.

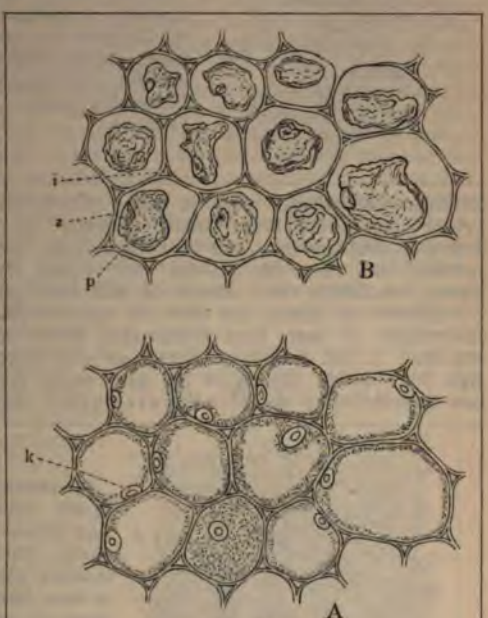


Fig. 62.

Stück eines Durchschnittes durch die Rinde eines jungen Halmes vom Rohrschilf (*Phragmites communis*), 300fach vergrößert, zeigt das Zellgewebe in Form von **Parenchym** mit Intercellulargängen i. A in lebendigem, B im getödteten Zustande der Zellen; z Zellwand, p Protoplasma, k Zellkern.

Ueberall, wo die Zellen durch die Scheidewandbildung von Anfang an in fester Verbindung angelegt werden oder durch frühzeitige Verwachsung in eine solche Verbindung gekommen sind, hat und behält das Gewebe das Aussehen, als bestände es aus Kammern, die in ihrer ursprünglichen gegenseitigen Lage fest verbleiben. Ein solches Gewebe nennt man Parenchym[1], wenn die Form der Zellen eine mehr isodiametrische, runde oder polygonale oder mäßig gestreckte ist und dabei rechtwinklig oder stumpfwinklig aneinanderstoßende Zellwände vorherrschen (Fig. 62.), Prosenchym[2], wenn die Zellen eng, langgestreckt und annähernd spindelförmig sind, also mit zugespitztem Ende zwischen einander liegen (Fig. 35, A).

Bei den Pilzen und Flechten kommt aber die Gewebebildung dadurch zustande, daß jede der hier fadenförmigen Zellen (Hyphen) für sich wächst, indem sie an ihrer Spitze sich verlängert und zwischen den bereits neben einander liegenden Zellen hinwächst, zugleich auch oft Zweige treibt, die dasselbe Verhalten zeigen, so daß eine wirkliche Verflechtung der Fäden eintritt. Wegen seiner wesentlich anderen

1) Zusammengesetzt aus παρά daneben, darauf, und ἔγχυμα das Eingegossene, weil die Zellen zufolge ihrer Form auf einander stehend gedacht werden können. 2) zusammengesetzt aus πρός gegen, zwischen und ἔγχυμα das Eingegossene, weil die Zellenform mehr auf ein Zwischenstehen der Zellen zwischen einander deutet.

Fig. 63.

Filzgewebe oder **Hyphengewebe** aus dem Durchſchnitte durch den Hut des hellen Löcherpilzes (*Polyporus lucidus*). Das Gewebe beſteht aus unregelmäßig verflochtenen Hyphen (m), welche gegen die Oberfläche hin mehr parallele und zur Oberfläche ſenkrechte Stellung und größere Dicke und Feſtigkeit annehmen (c), auf dieſe Weiſe eine Art Hautgewebe bildend. 190fach vergrößert. Nach de Bary.

Entſtehung unterſcheidet man ein ſolches Gewebe als Filzgewebe, Hyphengewebe oder Pilzgewebe (tela[1] contexta[2], Fig. 63.). Auf dem Durchſchnitt ſieht man nicht Kammern, wie im vorigen Falle, ſondern bald mehr oder weniger parallele, bald unter ſich verwebte oder verfilzte Fäden. Wenn aber die Verfilzung den höchſten Grad erreicht, ſo ſieht man auf Schnittflächen auch nur die Durchſchnitte der Fäden; und wenn ſich dabei die Fäden nachträglich durch Querſcheidewände in lauter kurze Gliederzellen theilen und dieſe ſich gegen einander andrücken, ſo ſieht ein ſolches Gewebe auf dem Durchſchnitte einem echten Parenchym ſehr ähnlich, obgleich es auf ganz andere Weiſe als dieſes entſtanden iſt; man unterſcheidet es als Pſeudoparenchym[3] (Fig. 64.).

Fig. 64.

Pſeudoparenchym aus dem Thallus einer Flechte, unterhalb eines Apotheciums, zeigt bei h noch deutlich den Verlauf der Fäden, zwiſchen denen hier mehrere Gonidien liegen, und die weiter nach p zu durch immer dichtere Verflechtung die Form des Pſeudoparenchym annehmen. 300fach vergrößert.

2. Die Intercellularräume oder Intercellularen.[4]

§. 48. Wirkliche Zwiſchenräume zwiſchen den Zellen kommen in den Pflanzengeweben ſehr verbreitet vor und werden im allgemeinen mit dem obigen Namen bezeichnet. Da ſie nur Lücken im Gewebe darſtellen, ſo beſitzen ſie keine eigene Membran, ſondern werden unmittelbar begrenzt von den Nachbarzellen. Sie ſind niemals urſprünglich vorhanden, ſondern erſcheinen erſt in einer ſpäteren Zeit im Gewebe. Sie entſtehen auf zweierlei Weiſe: entweder indem aneinandergrenzende Zellen, die bis dahin überall ſich berührten, auseinanderweichen (ſchizogene[5] Intercellularen), oder indem gewiſſe Zellen aufgelöſt werden und als ſolche verſchwinden, ſo daß an der Stelle der verſchwundenen Zellen eine Lücke im Gewebe entſteht (lyſigene[6] Intercellularen). Viele bilden ſich ſchon frühzeitig mit der erſten Ausbildung und Differenzirung der Gewebe (protogene), andere erſt im alten fertigen Gewebe nachträglich (hyſterogene). Hinſichtlich ihres Inhaltes unterſcheiden wir dieſe Bildungen in luftführende Intercellularen und intercellulare Secretbehälter. In erſteren iſt der Inhalt Luft, in letzteren irgend eine meiſt flüſſige Abſonderung.

1) Gewebe. 2) verwebt. 3) zuſammengeſetzt aus ψεῦδος Täuſchung und Parenchym ☞ S. 87, Note 1. 4) zuſammengeſetzt aus inter zwiſchen und cellula Zelle. 5) zuſammengeſetzt aus σχίζω ſpalten und γένος Entſtehung. 6) zuſammengeſetzt aus λύω auflöſen und γένος Entſtehung.

1. Luftführende Intercellularen. Hierher gehören alle diejenigen, §. 48.
welche von Anfang an und zu keiner Zeit etwas anderes als Luft enthalten. Sie werden wieder nach Umfang und Bau in folgende Arten unterschieden:

1. **Intercellulargänge** oder **Zwischengänge.** Im Parenchym stehen anfangs die aneinandergrenzenden Zellen an allen Punkten in unmittelbarem organischen Zusammenhang, wie es aus dem oben §. 40. beschriebenen Vorgange der Zelltheilung folgt, indem die Zellplatte, die je zwei Tochterzellen trennt, eine homogene, in sich zusammenhängende Lamelle ist, die sich unmittelbar an die Wände der Mutterzelle ansetzt. Erhält sich dieses Verhältniß, so bleiben auch die Zellen allseitig im Verbande. Häufiger aber tritt beim weiteren Wachsthum der Zellen dadurch, daß dieselben sich abzurunden streben, eine wirkliche Spaltung der dünnen Lamellen der primären Membranen an gewissen Stellen ein, nämlich an den Punkten, wo drei oder vier benachbarte Zellen zusammenstoßen, und es bilden sich relativ enge, meist dreiseitige lufthaltige Gänge (Fig. 62.'), welche an den Kanten der Zellen um diese herumlaufen und daher auch mit denen der benachbarten Zellen zusammentreffen, so daß ein weitverzweigtes und zusammenhängendes System von Intercellulargängen durch das ganze Gewebe verbreitet ist. Vorzugsweise bilden sich dieselben im Parenchym der Vegetationsorgane, wo sie bei allen Pflanzen vorkommen, und da das Parenchym sich durch alle Wurzeln, Stengel und Blätter erstreckt, so geht auch das System der Intercellulargänge meist ohne Unterbrechung durch alle diese Organe, und man kann es daher z. B. mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten injiciren, wenn man den Pflanzentheilen unter der Luftpumpe die Luft auspumpt. Mit der Außenluft stehen die Intercellulargänge durch die Spaltöffnungen (§. 53.) in Communication. In manchen Pflanzentheilen erweitern sich die Intercellulargänge dadurch, daß die Zellen, von denen sie umgeben sind, in Arme auswachsen, mit denen sie allein unter sich zusammenhängen. Dies ist besonders in dem aus sternförmigen Zellen bestehenden Mark der Binsenstengel der Fall (Fig. 65.), in schwächerem Grade auch in dem sogen. Schwammparenchym der Blätter (§. 58.). Den höchsten Grad findet man im Parenchym der Schwimmwurzeln von *Jussieua* wo jede Zelle durch das Auswachsen in Arme die Form eines liegenden ⊣ annimmt. Auch in allen diesen Fällen muß noch von Intercellulargängen geredet werden, weil noch dieselbe geringe Anzahl von Zellen wie anfangs, meist 3 oder 4 an der Bildung jedes Ganges betheiligt ist.

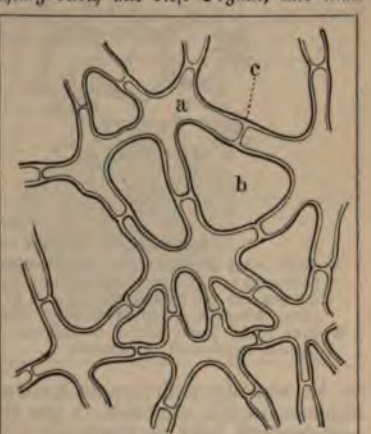


Fig. 65.
Parenchym aus sternförmigen Zellen mit großen Intercellulargängen im Marke eines Binsenstengels (*Juncus conglomeratus*).
Die Zellen a sternförmig in mehrere Arme ausgewachsen, bei c ihre Scheidewände. b die dadurch zwischen den Zellen entstandenen weiten Intercellulargänge. 200fach vergrößert. Nach Schacht.

Auch zwischen den Fasern des Filzgewebes finden sich meist lufthaltige Intercellularen von sehr verschiedener Weite und unregelmäßiger, zufälliger Form, die sich aus der eigenthümlichen Entstehungsweise dieses Gewebes erklärt (§. 47.).

2. **Luftgänge, Luftkanäle** oder **Luftkammern** kommen vorzüglich im Stamme, in den Wurzeln und Blättern der Wasser- und Sumpfpflanzen und unter den Monokotyledonen auch in Pflanzen trockenerer Standorte, z. B. allgemein in den Familien der Gramineen, Cyperaceen, und bei vielen Juncaceen, Irideen, Amaryllideen, Liliacern vor. Ihr Durchmesser übertrifft die sie begrenzenden Zellen um ein Vielfaches, und das Gesammtvolumen dieser luftführenden Räume ist oft im Verhältniß zu dem nicht lufterfüllten Raume des Pflanzentheiles ein sehr großes.

§. 48. In den meisten Fällen entstehen die Luftgänge schizogen: sie erscheinen frühzeitig, während das Gewebe noch den Charakter des Meristems hat, als Intercellulargänge; die Zelltheilungen des Meristems erfolgen in der Weise, daß die Theilungswände gegen die Intercellulargänge rechtwinklig stehen, so daß die Zahl der die letzteren begrenzenden Zellen zunimmt. Dadurch und durch die Dehnung der Zellen erweitert sich der Intercellulargang immer mehr zu einer geräumigen Luftkammer (Fig. 66.). Aus dieser Entstehungsweise folgt zugleich, daß die Luftkammern allseitig durch einschichtige Parenchymlamellen getrennt sind, und meistens eine cylindrische oder prismatische Form besitzen. Die seitlichen einschichtigen Zwischenwände haben gewöhnlich vollkommen lückenlos verbundene Zellen. Dagegen sind in den meist vorhandenen ebenfalls einschichtigen Querwänden oder Diaphragmen[1] der Luftgänge zwischen den Zellen gewöhnlich kleine Intercellulargänge zu sehen, welche von einer Kammer zur anderen führen. Hierher gehören die Luftgänge bei den Alismaceen, Hydrocharideen, Lemnaceen, *Potamogēton*, Nymphäaceen, *Ceratophȳllum*, *Myriophȳllum*, *Trapa* ꝛc. In manchen Luftgängen dieser Art kommen verschiedenartige Haarbildungen vor; so besonders bei den Nymphäaceen, wo einzelne der Zellen,

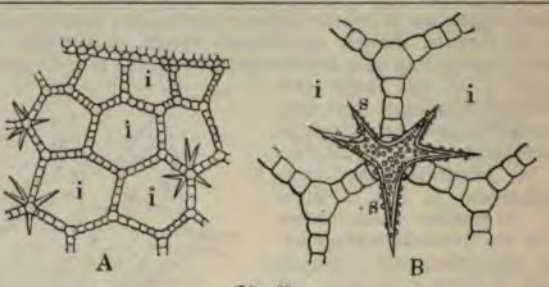


Fig. 66.

Luftgänge im Blattstiel der Teichrose (*Nuphar luteum*).

A Stück eines Durchschnittes des Blattstieles, zeigt die im Innern befindlichen großen Luftgänge i, nur durch einschichtiges Zellgewebe von einander getrennt. An einigen Stellen sind die sternförmigen Haare zu sehen, in welche die an den Kanten der Luftgänge stehenden Zellen auswachsen. Schwach vergrößert.

B Eine solche Stelle stärker vergrößert. ss das sternförmige Haar, dreien Luftgängen zugleich angehörend; i Luftgang.

die die verticalen Zellreihen an den Kanten der Luftkammern bilden und also drei Kammern zugleich angehören, in jede dieser Kammer einen oder einige spitze Arme aussenden und daher zu sternförmigen Haaren werden (Fig. 66.).

Bei einigen Pflanzen entstehen die Luftkammern lysigen: eine an der Stelle des späteren Hohlraumes gelegene Gewebemasse hört auf, dem Wachsthum der Umgebung zu folgen, ihre Zellen werden dabei entleert, und bisweilen vielarmig sternförmig aus einander gezogen, endlich zerrissen und mehr oder minder zerstört, ihre Reste bleiben stellenweis als Gewebefetzen an der Wand der Luftkammer hängen. So in den Blättern der Gramineen, Cyperaceen, Juncaceen, bei Iris, Sparganium, Typha. Auch hier können die fertigen Kammern von einschichtigen Gewebelamellen getrennt, auch mit den erwähnten einschichtigen Diaphragmen versehen sein. Bei manchen Gramineen, Cyperaceen u. a. sind die Diaphragmen mehrschichtig; auch Gefäßbündel können als horizontale Querverbindungen zwischen je zwei neben den Kammern der Länge nach laufenden Gefäßbündeln in ein- wie mehrschichtigen Diaphragmen vorkommen. — Ihrer Entstehung nach gehören hierher auch die Luftkanäle, welche sich in den Gefäßbündeln von *Equisētum* und manchen Monokotyledonen an derjenigen Stelle bilden, wo die ältesten Ring- und Spiralgefäße stehen, dadurch daß die umgebenden Parenchymzellen auseinanderweichen und die Gefäße dabei zerrissen werden.

1) Διάφραγμα Zwischenwand.

Mit den Luftgängen der letzteren Kategorie stimmen hinsichtlich ihrer Entstehung überein die viel größeren, als **Lufthöhlen** bezeichneten Binnenräume in den hohlen Stengelinternodien der Umbelliferen, Compositen, Gramineen, Equisetaceen ꝛc., der hohlen Blütenschäfte von *Taraxăcum*, der hohlen Blätter von *Allium* ꝛc. Nur im jugendlichen Zustande ist das Mark dieser Theile massiv; es stellt frühzeitig ein weißes, lufthaltiges Gewebe dar, welches der beträchtlichen Streckung der Organe nicht nachfolgt, indem seine Zellen sich entleeren, vertrocknen und infolge der starken Streckung der Umgebung auseinander gerissen werden. §. 48.

11. Intercellulare Secretbehälter, Secretkanäle oder **Saftgänge** kommen ebenfalls bei zahlreichen Pflanzen als constante charakteristische Bestandtheile der Gewebe vor. Mit Rücksicht auf ihre Form allein können diese Behälter bezeichnet werden als Kanäle oder Gänge, wenn sie langgestreckt, röhrenförmig sind und die Gewebe auf weite Strecken durchziehen, und als Lücken oder auch Drüsen, wenn sie kurz, rund oder länglich, ringsum geschlossen sind. Hinsichtlich ihres Inhaltes heißen sie Schleim- oder Gummibehälter, Oel-, beziehendlich Harzbehälter, je nachdem sie ätherisches Oel oder zum Theil in Harz verwandeltes ätherisches Oel enthalten, Gummiharz- oder Balsambehälter, wenn ein Gemenge von Gummi und ätherischem Oel in ihnen vorhanden ist, Milchsaftbehälter, wenn sie einen bei Verletzung wie Milch ausfließenden sogenannten Milchsaft (§. 46.) führen. Zwischen der Form des Behälters und der Qualität seines Inhaltes besteht keine constante Beziehung, so daß man sowohl die Kanäle als die Drüsen wieder nach ihrem Inhalt bezeichnen muß.

Fig. 67.

Entstehung der **Harzkanäle** in den Knospenschuppen der Kiefer.

A Junger Harzkanal im Durchschnitt, i der mit Harz erfüllte Intercellularkanal, von 4 Zellen umgeben, die sich später noch weiter theilen und den Kanal erweitern, die Wand desselben bekleidend als Epithelium.

B Entstehung eines solchen Harzkanales; die 4 Zellen (durch Theilung aus einer Mutterzelle hervorgegangen) beginnen eben in der Mitte auseinander zu weichen, um den Kanal zwischen sich zu bilden. 300fach vergrößert.

Ihrer Entstehung nach sind sie theils schizogen, theils lysigen, und je nachdem haben sie auch im fertigen Zustande einen verschiedenen Bau. Im ersteren Falle ist das Anfangsstadium der Kanäle eine Reihe von Initialzellen; jede derselben theilt sich successive kreuzweis in vier, im Querschnitte um einen Punkt geordnete Tochterzellen (Fig. 67.), um dann durch Auseinanderweichen der vier Tochterzellreihen an dem Berührungspunkte einen Intercellulargang zu bilden, der schon vom ersten Augenblicke seines Erscheinens an mit Secret erfüllt ist. Mit dem Wachsthum der gesammten Gewebe erweitert sich auch der Kanal im Umfange, und häufig halten die ihn zunächst begrenzenden Zellen in ihrer Vermehrung hiermit Schritt, indem sie sich durch radial zum Kanale gerichtete Scheidewände theilen. Sie bilden dann immer eine den Gang auskleidende Zellschicht, die als Epithelium des Intercellularraumes bezeichnet werden darf, weil sie aus eigenthümlichen Zellen besteht, die durch geringere Größe, zarte Membranen, farblosen, protoplasmatischen Inhalt und durch convex in den Kanal vorgewölbte Innenwand von den übrigen Zellen sich unterscheiden; sie sind es, welche das in dem

Kanale enthaltene Secret erzeugen, obwohl sie von demselben selbst nichts enthalten. Diese Entstehung ist nachgewiesen z. B. bei den Harzkanälen in der Rinde und im Holze vieler Coniferen, bei den Balsam- und Oelkanälen der Umbelliferen und Compositen, den Milchsaftkanälen der Anacardiaceen und Alismaceen. — Bei den lysigen entstehenden Behältern erfüllen sich anfänglich diejenigen Zellen, welche an der Stelle des späteren Behälters stehen, mit dem betreffenden Secrete, allmählich

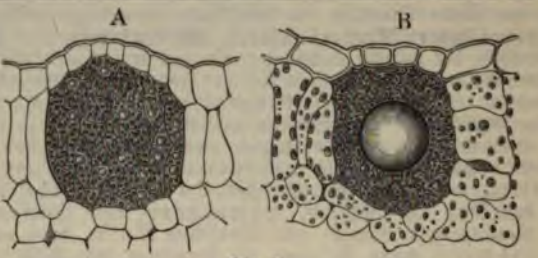


Fig. 68.

Entstehung der **Oeldrüsen** im Blatte von *Dictamnus fraxinella*.

A Anfänglicher Zustand, wo eine unter der Epidermis liegende Gruppe kleiner Zellen sich mit Oeltropfen füllt und die Zellen sich aufzulösen beginnen.
B Weiterer Entwickelungszustand, wo die meisten jener Zellen bereits aufgelöst, und an ihrer Stelle der Intercellularraum (also lysigen) entstanden ist; die Oeltröpfchen zu einer großen Oelkugel zusammengeflossen. Stark vergrößert. Nach Reuter.

lösen sich die Membranen dieser Zellen auf (Fig. 68), indem ihre Substanz wahrscheinlich mit zur Bildung des Secretes verwendet wird. Solche Behälter sind daher auch nicht von einem besonderen Epithel ausgekleidet, sondern die sie umgebenden Zellen sind meist nicht wesentlich verschieden von denen der Gewebemasse, in welchem der Behälter liegt. Hierher gehören z. B. die Gummikanäle der Linde und die der Blattstielperipherie der Marattiaceen, die Oeldrüsen der Rutaceen.

Nach Art und Vorkommen sind die wichtigsten der bekannten Secretbehälter folgende:

1) Schleim- und Gummikanäle im Parenchym bei den Marattiaceen, Cycadeen, Linden, Opuntien, Araliaceen.

2) Harz- und Oelkanäle in der grünen Rinde und in den Blättern der meisten Coniferen, in den vegetativen Organen und in der Fruchtschale vieler Umbelliferen.

3) Oeldrüsen, welche die durchscheinenden Punkte im Blattgewebe von *Hypericum*, der Myrtaceen, Rutaceen, Diosmeen, Aurantiaceen, Zanthoxyleen ꝛc. veranlassen.

4) Harzdrüsen im Parenchym von *Lysimachia*, *Myrsine* und *Ardisia*.

5) Balsamkanäle, d. h. mit Gummiharz-Emulsionen erfüllte, von den Oelkanälen daher nicht scharf zu trennende Kanäle in den vegetativen Organen mancher Umbelliferen und Compositen.

6) Milchsaftkanäle, theils dem Parenchym, theils den Fibrovasalbündeln, insbesondere dem Baste angehörig, bei Anacardiaceen, Clusiaceen, Alismaceen.

Es giebt auch hysterogene Secretbehälter; diese bilden sich alle lysigen, wie die Gummikanäle im Holze des Kirschbaumes bei der Gummikrankheit; die größeren Harzkanäle im Holze und im Baste bei Coniferen sind mehr krankhafte Bildungen und daher unten in der Pathologie zu erwähnen.

Literatur über Intercellularen: Meyen, Physiologie I. Phytotomie, Taf. IV. Derselbe, Secretionsorgane. Berlin 1837. — Frank, Entstehung der Intercellularräume. Leipzig 1867, und Beitr. z. Pflanzenphysiologie. Leipzig 1868. — N. Müller, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. V. — de Bary, Vergleichende Anatomie. Leipzig 1877, pag. 206 ff.

3. Die Gewebearten.

§. 49. Man kann selbstverständlich die Zellgewebe in verschiedener Weise klassificiren und mit Namen belegen, je nach der Beziehung, die man dabei allein berücksichtigt.

Das, was in dieser Hinsicht im Vorhergehenden schon erklärt worden ist, und das, was hierüber erst im Nachfolgenden gesagt werden kann, ist zur bequemen Orientirung in der nachstehenden Uebersicht zusammengestellt. Die Gewebearten heißen:

- je nachdem in dem Gewebe Zellenvermehrung erfolgt oder nicht:
  - wenn das Gewebe aus Zellen besteht, welche, ohne sich bedeutend zu vergrößern, lebhaft sich durch Theilung vermehren, wie in den Vegetationspunkten der Stengel und Wurzeln, im Cambium (§. 61.) ..... **Theilungsgewebe** oder **Meristem** (§. 51.).
  - wenn das Gewebe aus Zellen besteht, welche aufgehört haben, sich zu theilen, erheblich gewachsen sind und den Zustand ihrer vollständigen Ausbildung erreicht haben, wie z. B. Mark, Rinde, Holz der Stengel und Wurzeln ꝛc. ..... **Dauergewebe** (§. 51.).
- nach der Entstehungsweise und nach der Form und Zusammenlagerung der Zellen:
  - wenn das Gewebe aus verhältnißmäßig weiten, runden, länglichrunden, polyedrischen oder mehr oder minder sternförmigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 62. u. 67.), z. B. Mark und Rinde der Stengel und Wurzeln, Mesophyll der Blätter (§. 58.) ..... **Parenchym** (§. 47.).
  - wenn das Gewebe aus engen und langgestreckten, spindel- oder faserförmigen, mit zugespitzten oder zugeschärften Enden regelmäßig zwischen einander eingekeilten Zellen besteht (Fig. 35, A), z. B. Holz und Bast (§. 62. u. 63.) .. **Prosenchym** oder **Fasergewebe** (§. 47.).
  - wenn das Gewebe aus sehr langgestreckten, fadenförmigen und oft verzweigten Zellen (**Pilzfäden** oder **Hyphen**) zusammengesetzt ist, welche zwischen einander hinwachsen, sich verweben und verfilzen, wie bei Pilzen und Flechten:
    - wenn die Hyphen in ihrem Verlaufe noch deutlich als Fäden unterscheidbar sind (Fig. 63.) ..... **Hyphengewebe, Filz- od. Pilzgewebe** (§. 47.).
    - wenn die Hyphen so innig sich verweben und verwachsen, daß auf der Schnittfläche nur die Durchschnitte derselben, ein Verlauf von Fäden nicht mehr zu erkennen ist (Fig. 64.) ..... **Pseudoparenchym** (§. 47.).
- nach der Ausbildung und Beschaffenheit ihrer Zellen und nach dem Orte, den sie im Pflanzenkörper einnehmen:
  - die äußerlichen Zellenschichten der Pflanzenkörper, wenn sie durch kleinere, anders gestaltete und anders verbundene, meist dickwandigere und festere Zellen von dem inneren Gewebe sich unterscheiden ..... **Hautgewebe** (§. 52.).
  - die von dem Hautgewebe umschlossene innere, meist parenchymatische Grundmasse des Gewebes ..... **Grundgewebe** (§. 58.).
  - die bei vielen Pflanzenkörpern im Grundgewebe eingeschlossenen strangförmigen Anordnungen meist prosenchymatischer, jedoch oft mit parenchymatischen untermischter Gewebe, meist in der Längsrichtung des Organes verlaufend ..... **Gewebestränge, Faserstränge, Gefäßbündel, Fibrovasalstränge** (§. 55.).

B. Von der Anordnung der Gewebe. Vergleichende Anatomie.

§. 50. Von einer Verbindung verschiedener Gewebe mit einander kann selbstverständlich weder bei den einzelligen Pflanzen, noch bei denjenigen die Rede sein, welche nur aus gleichartigen Zellen bestehen, wie es bei vielen niederen Algen der Fall ist. Bei allen auch nur einigermaßen vollkommenen Pflanzen, die einen wohlgegliederten Thallus oder einen in Stamm, Wurzeln und Blätter gegliederten Körper haben, sind verschiedene Gewebeformen zum Aufbau des Körpers verwendet. Diejenige Betrachtung, welche diesen inneren Bau zum Gegenstande hat und ihn nicht bloß an einer beliebigen Pflanze, sondern vergleichend an den verschiedensten Pflanzen untersucht, um die im ganzen Pflanzenreiche herrschenden Gesetze des inneren Baues zu erkennen, ist die eigentliche vergleichende Anatomie der Pflanzen. Sie hat nicht bloß die Aufgabe, den Bau der fertigen Pflanze zu beschreiben, sondern auch nachzuweisen, wie die Gewebe, die wir in der fertigen Pflanze finden, entstehen und aus einander hervorgehen.

I. Meristeme[1] oder Theilungsgewebe.

§. 51. **1. Urmeristem und Folgemeristem.** Den geeigneten Ausgangspunkt zum Verständniß des anatomischen Baues der Pflanzentheile bieten diejenigen

1) Abgeleitet von μεριστής der Theiler, μερίζω theilen.

§. 51. Punkte der Organe, wo die Herde der Neubildungen liegen, also auch die Differenzirung der Gewebe ihren Anfang nimmt: die jungen Spitzen der Stengel und Wurzeln oder die sogenannten Vegetationspunkte dieser Organe, und die an den Vegetationspunkten der Stengel befindlichen jüngsten Anlagen der Blätter. Diese Theile bestehen noch nicht aus den verschiedenen Gewebeformen, die wir in den fertigen Organen wahrnehmen, sondern aus einem gleichförmigen Gewebe von bei allen Pflanzen ein und derselben Beschaffenheit: nämlich aus einem Parenchym von verhältnißmäßig kleinen, keine Intercellulargänge bildenden Zellen mit homogenen, dünnen Membranen, nur aus Protoplasma mit Zellkern bestehendem Zellinhalt und sämmtlich ausgezeichnet durch die lebhaften Zelltheilungen, die in ihnen stattfinden. Durch das letztere Merkmal charakterisirt es sich als Meristem (§. 49.), und da es das ursprüngliche Gewebe ist, aus welchem alle übrigen Gewebe hervorgehen, bezeichnet man es als Urmeristem. Verfolgt man dieses Gewebe rückwärts nach den älteren Theilen des Organes hin, so bemerkt man, daß die Zellen des Urmeristems allmählich diejenigen Eigenschaften annehmen, nach welchen die Gewebearten des fertigen Organes unterschieden werden: nämlich beträchtliche Volumenzunahme, Veränderung der Gestalt, der Structur hinsichtlich der Zellmembran und des Inhaltes, theilweis Entstehung von Intercellularen und allmähliches Aufhören der Zelltheilungen. So entstehen Gewebe, die in diesen Eigenschaften einen hohen Grad von Beständigkeit erhalten und die wir dem Meristem als die Dauergewebe gegenüberstellen. Bei einfach gebauten Thallomen verwandelt sich das Urmeristem vollständig in Dauergewebe. In allen übrigen Fällen aber ist es allgemeine Regel, daß, während die einen Zellen in Dauergewebe sich umwandeln, die anderen die charakteristischen Eigenschaften des Meristems beibehalten, so daß sie noch späterhin im fertigen Organe theilungsfähig und eines selbständigen Wachsthums fähig bleiben und hier, umschlossen von Dauergewebe, auch wirklich als Meristem fungiren. Im Gegensatze zum ursprünglichen bezeichnen wir dieses als Folgemeristem.

II. Differenzirung des Meristems. Außer dieser gröberen Gliederung des Urmeristems in Dauergewebe und Folgemeristem weiß man aber auch Genaueres über die Differenzirung des Urmeristems in die einzelnen Gewebearten, die wir hier allgemein Dauergewebe genannt haben. Es steht jetzt fest, daß bei allen Pflanzen, deren Organe aus einer Mehrzahl verschiedener Gewebe bestehen, schon im Urmeristem eine Gliederung in gewisse Schichten besteht, und daß bestimmte Gewebearten oder Gewebecomplexe des fertigen Organes aus bestimmten dieser urmeristematischen Schichten hervorgehen, in ähnlicher Weise wie die verschiedenen Gewebe des thierischen Körpers aus den verschiedenen sogenannten Keimblättern des Embryo. Bis jetzt kennen wir folgende verschiedene Arten der Gliederung des Urmeristems:

1. Bei den angiospermen Phanerogamen sind in den Vegetationspunkten der Stengel drei Meristemzonen von einander gesondert, welche nach rückwärts in die einzelnen Dauergewebe übergehen (Fig. 69. u. 70.); nämlich a) eine oberflächliche Schicht, deren Zellen sich nur durch Scheidewände rechtwinklig zur Oberfläche theilen, die also eine einfache Zellschicht verbleibt, als Anfang der Epidermis (§. 53.), das Dermatogen[1]; b) darunter eine oder mehrere regelmäßig concentrische Lagen isodiametrischer Zellen, aus denen die Rinde (§. 58.) hervorgeht, das Periblem[2]; c) der übrige Gewebekern, der nach oben stumpf konisch verjüngt ist und dessen Zellen vorwiegend longitudinale Theilungen und entsprechende Anordnung zeigen, das Plerom[3], aus welchem das Mark und die Gefäßbündel (§. 55.) entstehen. Diese drei Zonen, welche schon in der ursprünglichen Embryoanlage sich differenziren, bleiben während des ganzen Längenwachsthums des Stengels immer gesondert; jede wird für sich erneuert durch die angegebenen Theilungen, die sie in der Scheitelregion erfährt, jede hat dort ihre eigenen Anfänge (Initialzellen). In manchen Fällen scheint es, als seien Plerom und Periblem nicht scharf gesondert, als haben beide

1) Zusammengesetzt aus δέρμα Haut und γένος Abkunft, Ursprung, also oberhauterzeugendes Gewebe. 2) zusammengesetzt aus περί ringsum und βλῆμα Bedeckung. 3) πλήρωμα Ausfüllung.

§. 51.

eine gemeinsame Initialgruppe. Gewiß ist dies der Fall bei der Anlegung der seitlichen Auszweigungen des Stammendes (Blätter und Seitensprosse): unter dem Scheitel des Stengels wächst eine Gruppe von Meristemzellen hervor, und es betheiligen sich daran nur das Dermatogen, und das unter diesem liegende Periblem, beide in ihren Theilungen gleichen Schritt haltend, dabei auch wieder die Zellen des Dermatogens immer nur rechtwinklig zur Oberfläche sich theilend, so daß dieses auch über die Auszweigungen als einfache Zellenlage sich fortsetzt. In dem von ihm bedeckten Meristem tritt erst nach einiger Zeit die Sonderung in Periblem und Plerom ein. Eine ähnliche Gliederung findet sich auch in den Vegetationspunkten der Wurzeln der angiospermen Phanerogamen; nur tritt hier noch eine vierte Meristemzone hinzu, welche die als Wurzelhaube (calyptra) bekannte Kappe erzeugt, und daher als Calyptrogen[1]) bezeichnet wird. Die Wurzeln zeigen aber, soweit sie bis jetzt untersucht sind, in dieser Beziehung verschiedene Typen, nämlich:

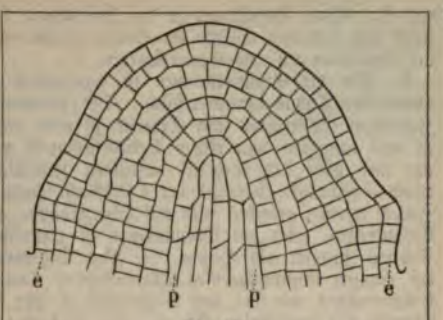


Fig. 69.

Längsschnitt durch den Stengelscheitel von *Hippuris vulgaris*, zeigt die Gliederung des Urmeristems in Dermatogen (e), Plerom (pp) und in das zwischen beiden liegende Periblem. 225fach vergrößert.

a. Das Meristem in 4 scharf gesonderte Schichten: Calyptrogen, Dermatogen, Periblem und Plerom gegliedert. Bis jetzt nur bei *Hydrocharis* und *Pistia stratiotes* bekannt.

b. Sowohl Calyptrogen als Plerom scharf abgegrenzt; zwischen beiden eine einschichtige Initialgruppe, die sich dicht hinter dem Scheitel spaltet in Dermatogen und Periblem. Dies der gewöhnliche Typus der meisten Monokotyledonen.

c. Plerom und Periblem sind scharf abgegrenzt, darüber geht eine gemeinsame Initialschicht für Dermatogen und Calyptrogen. Diese Schicht erzeugt durch Theilungen parallel zur Oberfläche des Wurzelscheitels die mehrschichtige Wurzelhaube (Fig. 70.). Mit der Entfernung vom Scheitel werden diese Theilungen seltener und die letzte spaltet die Zelle in eine, welche der Wurzelhaube hinzugefügt wird, und in eine Zelle, welche als Dermatogen eintritt. So bei der Mehrzahl der Dikotyledonen.

d. Eine gemeinsame Initialzone ist vorhanden, aus deren Theilungen nach der Spitze hin die Haube, nach der anderen Richtung hin zugleich der Pleromkörper, das Periblem, welches

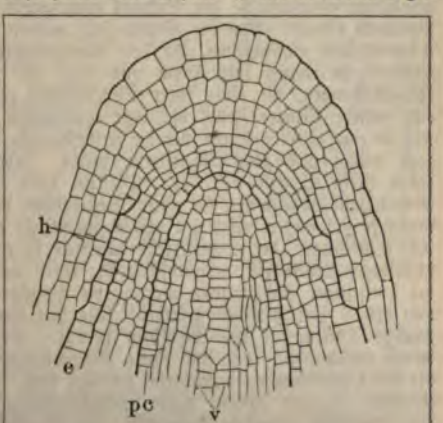


Fig. 70.

Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Polygonum fagopyrum*. h Wurzelhaube, e Dermatogen, pc Außengrenze des Pleromkörpers v, zwischen pc und e das Periblem. Ungefähr 150fach vergrößert. Nach de Bary.

1) Zusammengesetzt aus καλύπτρα Decke, Haube und γένος Herkunft, Ursprung, also haubenerzeugendes Gewebe.

§. 51. wie ein offener Hohlkörper in die Initialzone sich fortsetzt, und das Dermatogen nebst dem seitlichen Stücke der Haube ebenso wie bei c hervorgeht. Dieser Typus bei Papilionaceen und Cucurbitaceen.

2. Für die Gymnospermen ist namentlich in der Wurzel ein wesentlich abweichender Typus charakteristisch. Der Pleromcylinder ist scharf abgegrenzt, seine Zellreihen convergiren am Scheitel zu einer wenigzelligen Initialgruppe hin. Er ist nur umgeben von einem Periblemmantel aus vielen regelmäßig concentrischen um und über den Scheitel laufenden Zellschichten. Diese werden am Scheitel durch Theilungen parallel der Oberfläche stetig vermehrt; die jedesmal äußersten Zellen werden gelockert und als Wurzelhaube abgestoßen. Es ist also weder ein Calyptrogen, noch ein Dermatogen zu unterscheiden; das äußerste Periblem am Scheitel fungirt als Haube. — Im Vegetationspunkte des Stammes bestehen bei einigen Gymnospermen (*Araucaria*, *Dammara*, *Cunninghamia*) dieselben Gliederungen wie bei den Angiospermen (Nr. 1.), bei anderen bereits die Verhältnisse der Lycopodien (Nr. 3.); bei *Ephedra* kann dies selbst an einer und derselben Pflanze wechselnd sein.

3. Bei den Lycopodien nimmt eine wenigzellige Initialgruppe den Scheitel des Stamm-Vegetationspunktes ein und differenzirt sich erst in einer Entfernung vom Scheitel in Periblem und Dermatogen, während ein Pleromcylinder selbständig mit Hülfe einer eigenen Initialgruppe sich verlängert. In manchen Fällen (*Isoëtes*) ist die letztere auch aus der gemeinsamen Scheitel-Initialgruppe durch Theilung hervorgegangen. Der Wurzel-Meristemscheitel verhält sich wie der Typus a der Phanerogamenwurzeln.

4. Für alle übrigen Gefäßkryptogamen ist es charakteristisch, daß das gesammte Urmeristem des Stammes hervorgeht aus einer gemeinsamen Initialzelle, welche genau den Scheitel des Vegetationspunktes einnimmt und als Scheitelzelle bezeichnet wird. Diese hat hauptsächlich zweierlei Form: entweder die einer dreiseitigen Pyramide, deren convexe Grundfläche die Scheitelfläche oder Außenwand darstellt, und deren Seitenflächen nach unten in den Meristemkörper eingesenkt sind (Fig. 71.), oder sie ist keilförmig zweischneidig, und zwar wiederum mit der gewölbten Grundfläche den Scheitel einnehmend, mit den beiden Seitenflächen im Meristem ruhend. Von der Scheitelzelle werden nun durch regelmäßige Theilungen Tochterzellen abgeschieden, die den Meristemkörper bilden; dabei behält aber die Scheitelzelle immer ihre Form und Lage bei. Sie wird nämlich durch successive Zweitheilungen, die einer ihrer Seitenwände parallel sind, gespalten jedes mal in eine untere kleinere Zelle, die dem wachsenden Meristemkörper hinzugefügt wird, und in eine obere größere, die die ursprüngliche Gestalt und Stellung der Scheitelzelle behält und also Scheitelzelle bleibt. Jede der successive abgelegten Tochterzellen heißt Segmentzelle. Dieselbe wird durch eine Theilungswand von der Scheitelzelle abgegrenzt, die einer Seitenfläche der letzteren parallel ist und Hauptwand heißt; außer dieser hat die Segmentzelle eine Außenwand und Seitenwände. Die Theilungen der Scheitelzelle schreiten in regelmäßiger Folge fort: bei zweischneidiger Scheitelzelle abwechselnd der einen und der anderen Seitenfläche parallel; bei dreiseitiger Scheitelzelle werden die Hauptwände in spiraliger Folge successiv von den 3 Seitenflächen gebildet. Aus den abgeschnittenen Segmenten geht durch weitere Theilungen das Meristem hervor. Der Gang derselben ist wieder nach Arten verschieden. Sie sind theils Etagentheilungen, d. h. durch Theilungswände, die den Hauptwänden annähernd parallel sind, theils radiale Theilungen in nebeneinander liegende Zellen, theils Schichtentheilungen durch tangentiale Wände in zur Oberfläche parallele Schichten. Im Vegetationspunkt der Wurzeln der meisten Gefäßkryptogamen ist ebenfalls eine dreiseitig pyramidale Scheitelzelle vorhanden, die aber außer den beschriebenen Theilungen auch noch diejenige erleidet, welche zur Bildung der Wurzelhaube führt. Es ist dies eine zur Längsachse der Wurzel rechtwinklige Wand, welche sich nahe der Scheitelfläche bildet und von der Scheitelzelle eine Zelle von der Form eines flachen Kugelabschnittes trennt, die Kappenzelle. In der Regel wird von der Scheitelzelle nach je einem Segmentumlauf auch eine Kappenzelle abgegrenzt. Sie sind die Initialen der Wurzelhaube, welche aus ihnen hervorgeht durch weitere Theilungen, indem die Kappenzelle zunächst

§. 51.

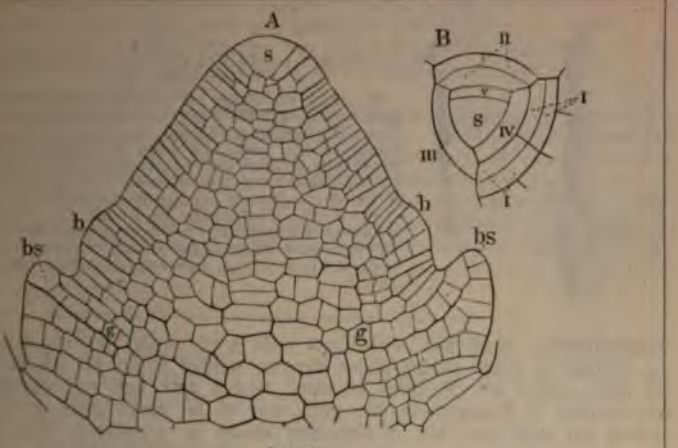


Fig. 71.

A Längsschnitt durch die Stengelspitze von *Equisetum Telmateja*. s die **Scheitelzelle**. b b jüngste Anlage der Blätter, bs bs die nächst älteren Blätteranlagen. Zwischen g und g das Plerom.

B Ansicht des Stengelscheitels von oben, mit der dreiseitigen Scheitelzelle s. Rings um dieselbe sind die jüngsten Segmente, welche durch Scheidewände von ihr abgetrennt worden sind, zu sehen. Sie sind der Altersfolge nach vom jüngsten bis zum ältesten numerirt mit V, IV, III, II, I; die beiden letzteren bereits wieder durch andere Scheidewände weiter getheilt. Ungefähr 360fach vergrößert. Nach Sachs.

durch sich kreuzende Längswände in 4 Quadranten gespalten wird, worauf weitere Theilungen folgen. In dem Meristem, welches durch die Segmenttheilungen der Scheitelzelle erzeugt wird, erfolgt nun eine ähnliche Differenzirung in Meristemzonen, wie sie unter 1 und 2 von den Phanerogamen beschrieben wurden. Und zwar können die soeben als Schichtentheilungen bezeichneten allmählich zu dieser Differenzirung führen. Wenn die Segmentzellen oder ihre Abkömmlinge durch diese Theilungen in Innenzellen und Außenzellen zerlegt werden, so sind die ersteren mehr oder weniger bestimmt als Initialen des Pleroms anzusprechen, während aus den letzteren ein Meristemmantel hervorgeht, in welchem gewöhnlich erst in vorgeschrittenem Entwickelungsstadium eine als Dermatogen charakterisirte Oberflächenschicht abgegrenzt wird. Je nach dem verschiedenen anatomischen Baue der Gefäßkryptogamen entsteht aus dem Plerom entweder nur ein großes Mark, in welchem Falle aus dem Periblem Rinde und Fibrovasalstränge sich bilden (Equisetaceen), oder es geht aus dem Plerom der centrale Fibrovasalstrang hervor (Lycopodien).

Bei manchen Gefäßkryptogamen bestehen Uebergänge zwischen diesem Typus und dem unter 8. für die Lycopodien und Isoëten angegebenen, insofern als im Stammscheitel mancher Selaginellen nicht eine einzelne Scheitelzelle, sondern eine scheitelständige Gruppe von Initialen, gewöhnlich zwei Scheitelzellen vorhanden sind, die übrigens in ihren Theilungen sich einer einfachen ähnlich verhalten, und insofern als in den Wurzeln der Marattiaceen der Meristemscheitel von einer Gruppe mehrerer großen Initialzellen eingenommen wird.

Auch beim Thallus der Moose und Algen finden wir eine einzelne Scheitelzelle an der wachsenden Spitze. Sie theilt sich ebenfalls regelmäßig; bald hat sie dieselbe dreiseitig pyramidale, bald die zweischneidige Gestalt und zeigt dabei dieselben ersten Theilungen, wie bei den Gefäßkryptogamen, bald auch finden ihre successiven Theilungen nur durch parallele Querwände (Fig. 72.) statt. In den Segmentzellen erfolgen die weiteren Theilungen im allgemeinen nach den im Obigen angegebenen Normen, jedoch mit großen Verschiedenheiten je nach den einzelnen

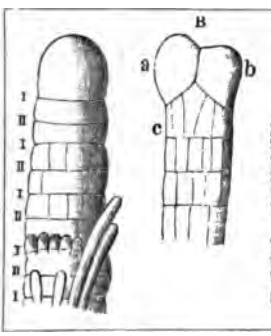


Fig. 72.
Spitzen des Thallus eines Tanges (*Cladostephus verticillatus* Ag.).

Bei A an der Spitze die einfache halbkugelige **Scheitelzelle**, welche successiv durch die mit I bezeichneten Querwände Segmentzellen abgrenzt, in welchen durch die Querwände II und dann auch durch Scheidewände, die der Länge nach gerichtet sind, weitere Zelltheilung eintritt, wodurch allmählich das Zellgewebe des Thallus gebildet wird. Unten ist die Anlage der quirlständigen Blätter zu sehen. Bei B eine Thallusspitze im Beginn der Verzweigung, welche durch Dichotomie der Scheitelzelle geschieht, wodurch sich zwei neue Scheitelzellen a und b bilden, deren jede dann zu einem Zweige auswächst. Ungefähr 100fach vergrößert.

Thallusformen. Auch hier wird durch diese Zelltheilungen der Vegetationspunkt des Thallus zu einem gleichförmigen Gewebe, welches wegen der Theilungsfähigkeit seiner Zellen als Meristem bezeichnet werden darf und mit fortschreitender Entwickelung in Dauergewebe übergeht. Nur ist bei diesen Pflanzen das letztere vielfach gar nicht oder nur in schwachem Grade in verschiedene Gewebeformen differenzirt, so daß hier von einer derartigen weiteren Gliederung des Meristems, wie in den vorigen Fällen, nicht die Rede sein kann.

Wenn auch, wie das Vorstehende lehrt, in vielen Fällen eine bestimmte genetische Beziehung zwischen den Gewebearten des fertigen Pflanzenkörpers und den scharf gesonderten Zonen des Urmeristems besteht, so geht doch nicht minder aus dem Vorstehenden hervor, daß diese Beziehungen keineswegs im ganzen Pflanzenreiche die nämlichen sind, oft nicht einmal bei nahe verwandten Pflanzen, ja selbst oft an den einzelnen Theilen einer und derselben Pflanze nicht, so daß man also nicht sagen kann, es gehe ein bestimmtes Gewebe überall aus derselben bestimmten Meristemzone hervor. So entsteht nach Hanstein's Annahme bei den Phanerogamen zwar im Stamme das Mark und die Fibrovasalstränge aus dem Plerom, an den Auszweigungen des Stammes aber müssen die gesammten Gewebe außerhalb des Pleroms des Stammes gebildet werden, nur aus dem Periblem und Dermatogen. Die Epidermis der Wurzeln der Gymnospermen geht nicht aus einem distincten Dermatogen hervor. Und bei den Gefäßkryptogamen giebt das Plerom bald nur dem Mark, bald nur dem centralen Gefäßbündel den Ursprung.

Literatur über Urmeristem und Scheitelzelle: Hanstein, Die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt der Phanerogamen. Bonn 1868, und Botanische Abhandlungen I. — Sanio, Bot. Zeitung 1861. pag. 223. — Janczewski, Ann. des sc. nat. 5. sér. Tom. XX. — Treub, Le méristème primitif de la racine dans les Monocotylédones. Leiden 1876. — Sachs, Lehrb. d. Botanik. 4. Aufl. pag. 140 ff. und 565 ff. — de Bary, Vergleichende Anatomie. Leipzig 1877. pag. 8 ff. — Bezüglich der Gymnospermen und Kryptogamen ist die Literatur zerstreut in den Schriften, welche über die Morphologie dieser Klassen überhaupt handeln und unten bei diesen angegeben, auch in den hier citirten Büchern von Sachs und de Bary zu finden ist.

II. Hautgewebe (§. 49.).

§. 52. Bei den meisten Pflanzentheilen, bei welchen überhaupt von einer Differenzirung verschiedener Gewebe die Rede sein kann, fällt ein nur die Oberfläche der Organe einnehmendes Gewebe durch seine anatomischen Charaktere auf und darf schon deshalb Anspruch auf die allgemeine Bezeichnung Hautgewebe machen, mehr noch aus physiologischen Gründen, indem es sich immer durch eine Beschaffenheit auszeichnet, welche geeignet ist, den darunter liegenden Geweben einen Schutz nach außen zu gewähren. Entwickelungsgeschichtlich läßt es sich freilich in dieser allgemeinen Fassung nicht charakterisiren, da es je nach den Pflanzenarten und je nach dem Alter des Pflanzentheils verschiedener Abstammung sein kann. Wir betrachten hier die einzelnen Gewebearten, welche als Hautgewebe auftreten können, besonders. In dieser Beziehung kommen eigentlich nur die Phanerogamen und Gefäßkryptogamen in Betracht, da bei diesen eine wohl ausgeprägte Gewebedifferenzirung besteht, deren die Moose und Thallophyten ermangeln (§. 51.). Dessenungeachtet zeigen auch die letzteren oft ein besonderes oberflächliches Gewebe, welches als Hautschicht bezeichnet werden darf, z. B. sind bei den Moosen die äußeren Zellen des Stengels oft kleiner und fester, als die inneren, oder bei *Sphagnum* große, lufthaltige, poröse Zellen.

Auch am Thallus der Flechten und größerer Pilze ist gewöhnlich ein oberflächliches Gewebe von anderer Form als das innere zu unterscheiden. Da aber die Gewebebildung dieser niederen Pflanzen mit der äußeren Gliederung in engem Zusammenhange steht, so müssen wir sie in der Morphologie der Moose und Thallophyten näher berücksichtigen.

§ 53. 1. Die **Epidermis**[1] oder **Oberhaut** ist bei allen Phanerogamen und Gefäßkryptogamen diejenige Zellenschicht, welche, von der Sonderung der Gewebe aus dem Urmeristem an, die Oberfläche der Theile zeitlebens oder bis zum Eintritt der sie ersetzenden Korkbildung einnimmt und durch die Bekleidung mit der Cuticula (§ 31. und unten) ausgezeichnet ist. In den meisten Fällen stammt die Epidermis von einer distincten Schicht des Urmeristems, dem Dermatogen (s. 51.) ab, dessen Fortsetzung sie unmittelbar darstellt, und aus welcher sie hervorgeht durch die für das Dermatogen charakteristischen Zelltheilungen, welche ausschließlich durch rechtwinklig zur Oberfläche gerichtete Scheidewände geschehen. Die Epidermis verbleibt daher immer eine einfache Zellenschicht, mit den unten zu nennenden Ausnahmen, wo sie durch Scheidewände, die parallel zur Oberfläche stehen, mehrschichtig wird. Allgemein charakteristisch ist es für die Epidermis, daß ihre Zellen, von den gleich zu nennenden Spaltöffnungen abgesehen, allseitig an einander schließen, ohne Intercellulargänge zwischen sich zu bilden (Fig. 73.). Ihr Inhalt ist anfänglich immer Protoplasma, meist mit deutlichem Zellkern; später vermindert sich das Protoplasma, die Zellen sind vorwiegend mit klarem Zellsaft erfüllt, der bisweilen durch Anthocyan (S. 76) gefärbt ist. Bei Wasserpflanzen enthalten die Epidermiszellen häufig Chlorophyllkörner, die bei den Landpflanzen gewöhnlich fehlen. Die Form der Epidermiszellen ist im Querdurchschnitte (Fig. 73, B, e) fast ausnahmslos rectangulär bis quadratisch, weil immer die äußere (die Oberfläche bildende) und die innere oder hintere Wand parallel und die radial stehenden Seitenwände rechtwinklig zu jenen beiden gestellt sind. Im Verhältniß zur Flächenausdehnung der Zelle ist ihr radialer Durch-

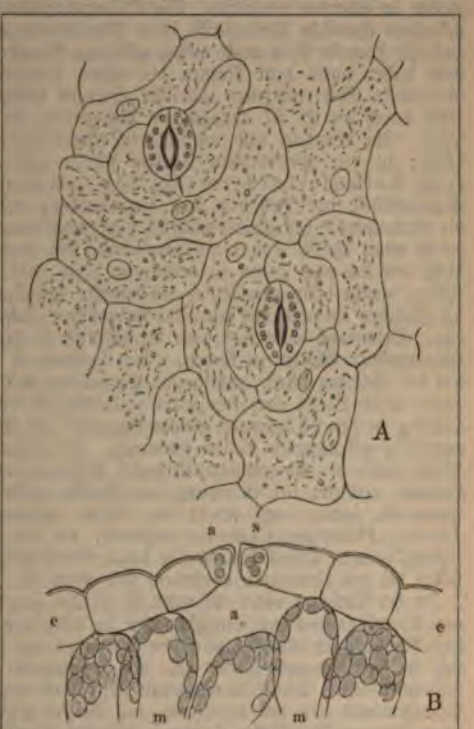


Fig. 73.

A Ein Stück abgezogener **Epidermis** der unteren Blattseite von *Rumex sanguineus*, zeigt die Epidermiszellen, mit Protoplasma und Zellkern erfüllt, und **2 Spaltöffnungen**, deren Schließzellen Chlorophyllkörnchen enthalten. 300fach vergrößert.

B Stück eines Durchschnittes durch dasselbe Blatt; e die Epidermis, in der Mitte eine Spaltöffnung mit den Schließzellen s im Durchschnitt; darunter die Athemhöhle a, welche nach den anstoßenden Intercellulargängen führt, die zwischen den Chlorophyllkörner enthaltenden Zellen m des Blattinneren vorhanden sind. 300fach vergrößert.

[1] Von ἐπί auf und δέρμα Haut.

§. 53. messer meist klein, so daß im ganzen die Form eine annähernd plattenförmige ist; seltner sind die Zellen zur Oberfläche senkrecht gestellte Prismen. In der Flächenansicht (wenn die Epidermis abgezogen und von der Fläche aus betrachtet wird, wie in Fig. 73, A) zeigen dagegen die Epidermiszellen große Mannigfaltigkeit. Im allgemeinen sind sie an den Organen mit vorwiegendem Längenwachsthum, wie Wurzeln, langen Stengelinternodien, langen Blättern (wie bei Monokotyledonen) in der Längenrichtung derselben, also longitudinal gestreckt, wobei ihr Durchmesser in dieser Richtung den Breitendurchmesser oft um das Vielfache übertrifft. An breiten Blattflächen sind sie dagegen nach keiner bestimmten Richtung gestreckt, mehr oder weniger polygonal oder gewöhnlich sehr ungleichmäßig gestaltet (Fig. 73, A), was besonders dadurch bedingt wird, daß die Seitenwände oft wellenartig geschlängelt sind, bisweilen in dem Grade, daß die benachbarten Zellen in einander eingreifen. Die Epidermiszellen sind ausnahmslos durch eigenthümliche chemische Verhältnisse ihrer Membranen ausgezeichnet. Allgemein ist die äußerste Lamelle ihrer nach außen gekehrten Membranen cuticularisirt (S. 57) und stellt daher unter dem Namen der echten Cuticula eine ununterbrochen über sämmtliche Epidermiszellen und ihre Grenzen hinlaufende Haut dar (Fig. 40.), die man durch die S. 57 angegebenen Reagentien, in denen sie unlöslich ist, isoliren kann. An Wurzeln und an unter Wasser lebenden Pflanzentheilen ist sie äußerst dünn; an den oberirdischen Theilen stärker und hier nicht selten noch verstärkt durch Cuticularschichten (Fig. 40.), indem auch weiter nach innen liegende Schalenstücke der Zellhaut jene Umwandlung erleiden. Im letzteren Falle ist die Außenwand der Epidermiszelle stark centripetal verdickt, während die Innenwand dünn bleibt, und die Seitenwände sind nach außen hin ebenfalls stark verdickt, um sich nach innen zu verdünnen (Fig. 40.). In den verdickten Membrantheilen besteht dann gewöhnlich die innerste Zellhautschale allein aus Cellulose, und die zwischen ihr und der Cuticula befindlichen Schalen stellen die Cuticularschichten dar. Besonders schön sind diese Verhältnisse in der Epidermis dicker, lederartiger, immergrüner Blätter zu finden. Die Cuticula ist nicht immer völlig glatt. Sie hat die Neigung durch centrifugale Verdickung (☞ §. 29.) nach außen vorspringende kleine Buckel oder sehr niedrige Leisten zu bilden, welche ebenfalls ohne Beziehung zu den Zellgrenzen gleichmäßig über die Epidermis in geraden oder mannichfaltig gekrümmten Linien hinlaufen. In einzelnen besonderen Fällen sind die Membranen der Epidermiszellen durch Schleimschichten bis zum Verschwinden des Lumens verdickt; bei Benetzung mit Wasser quillt der Schleim, die äußere Haut sprengend, hervor und macht die Theile schleimig, wie bei den Samen von *Linum*, *Plantago*, *Cydonia vulgaris*, bei den Früchten von *Salvia* ꝛc. Die eigenthümlichen Cystolithen, welche locale Wandverdickungen in einzelnen Epidermiszellen bei den Urticaceen darstellen, sind oben (S. 54) erwähnt.

In der Cuticula vieler Pflanzen ist Wachs eingelagert, welches bei Erwärmung auf Siedehitze aus den Durchschnitten in Tröpfchen sich ausscheidet. Sehr oft tritt das Wachs auch als eine wirkliche Secretion auf der Cuticula hervor und lagert sich in verschiedener Form ab, als sogenannter Reif (z. B. auf Weinbeeren, Pflaumen ꝛc.). Dieser Wachsgehalt ist der Grund, weshalb die Oberfläche vieler Pflanzentheile vor der Benetzung mit Wasser geschützt ist, indem dieses wie von einer fettigen Oberfläche abrinnt. Weiteres hierüber in der Physiologie bei den Secretionen.

In der Epidermis oberirdischer Pflanzentheile finden sich gewöhnlich zahlreiche **Spaltöffnungen** (stomăta, Fig. 73.). Es sind die einzigen offenen Spalten, durch welche die Epidermis eine Communication zwischen den in den Intercellularräumen (§. 48.) enthaltenen und der äußeren Luft gestattet; sie können also als die Ausgänge der Intercellularen des inneren Gewebes betrachtet werden. In größter Menge kommen die Spaltöffnungen auf den grünen Blättern der Landpflanzen vor, bald auf beiden Blattseiten, bald nur auf der unteren Blattseite, oder hier in größerer Anzahl als auf der oberen. Unter 466 Pflanzenarten mit Blättern von der gewöhnlichen bilateralen Form fand man bei 450 auf beiden Blattflächen Spaltöffnungen, bei der Mehrzahl freilich oberseits erheblich weniger, und bei 37 derselben nur sehr spärliche. Die schwimmenden Blätter der Wasserpflanzen haben

§. 53.

sie nur auf ihrer oberen, allein mit der Luft in Berührung befindlichen Blattseite. Den in der Erde und unter Wasser lebenden Pflanzentheilen fehlen sie meist. Auch an den meisten nicht grünen Pflanzen, welche eine Epidermis haben, wie Orobancheen, Cuscuteen (*Monotropa hypopitys* hat keine Spaltöffnungen), desgleichen an allerlei nicht grünen Theilen, z. B. Blumenblättern, Staubgefäßen, selbst im Inneren der Fruchtknotenhöhle, aber höchst selten an Samen kommen Spaltöffnungen vor; so daß man überall, wo ein lebhafterer Gasaustausch mit der Umgebung stattfindet, diese Organe erwarten kann. Auf den Blättern pflegt ihre Zahl am größten, oft außerordentlich groß zu sein. Auf der Fläche von 1 Quadratmillimeter der Blattunterseite findet sich bei jeder Pflanze durchschnittlich eine bestimmte Zahl von Spaltöffnungen, die in den meisten Fällen zwischen den Grenzen 40 und 300 liegt. Doch kommen auch viel höhere Zahlen vor, z. B. 625 bei *Olea europaea*, 716 bei *Brassica rapa*. Von 157 Arten Landpflanzen hatten auf dem angegebenen Flächenraume

mehr als 600	Spaltöffnungen	3	Arten
550	„	1	„
300—400	„	12	„
200—300	„	39	„
100—200	„	38	„
40—100	„	42	„
weniger als 40	„	12	„

In der Vertheilung und Anordnung zeigen die Spaltöffnungen je nach Form und Bau der Pflanzentheile Verschiedenheiten. An langgestreckten Organen (Internodien, Monokotyledonenblätter) sind sie mehr oder weniger deutlich in Längsreihen geordnet, parallel dem Längendurchmesser der hier ebenfalls langgestreckten Epidermiszellen. Auf breiten Blattflächen erscheinen sie mehr regellos zerstreut. Ferner ist an den grünen Pflanzentheilen das Vorkommen von Spaltöffnungen ausgeschlossen von allen den Stellen, wo nicht unmittelbar unter der Epidermis chlorophyllführendes Parenchym mit Intercellulargängen vorhanden ist. An vielen Stengeln wechseln Längsstreifen, in denen Hypoderm (§. 58.) an die Epidermis angrenzt, mit grünen Längsstreifen ab; hier stehen nur auf den letzteren die Spaltöffnungen (Gräserhalme, Stengel der Equisetaceen, Compositen, Umbelliferen ꝛc.). In den Blättern liegt im ganzen Verlaufe der Rippen und Nerven (die bei den Monokotyledonen vorwiegend parallel longitudinal, bei den Dikotyledonen meist in netzförmig anastomosirenden Linien laufen) kein grünes Gewebe unter der Epidermis und darum fehlen auch auf diesen Stellen die Spaltöffnungen.

Jede Spaltöffnung besteht aus zwei nebeneinander liegenden halbrunden oder länglichhalbrunden, im Verhältniß zu den übrigen Epidermiszellen kleinen Zellen, welche meist zarte, schwach cuticularisirte, selten dickwandige Membranen haben, mit Zelleninhalt und meist einigen Chlorophyllkörnern versehen sind und als Schließzellen bezeichnet werden. In der Mitte ihrer aneinanderliegenden Seiten berühren sie sich nicht, sondern bilden eine mehr oder minder weite längliche Spalte zwischen sich (Fig. 73.). Die absolute Größe einer Spaltöffnung liegt bei den meisten Pflanzen zwischen 0,0002 und 0,0008 Quadratmillimeter; die Größe der offenen Spalte allein beträgt z. B. bei *Ajuga genevensis* 0,0000137 Quadratmillimeter. Unter jeder Spaltöffnung befindet sich ein erweiterter Intercellulargang, indem die Zellen des darunter liegenden Gewebes daselbst weiter auseinandertreten. Dieser Raum heißt die Athemhöhle; sie setzt sich weiter in die eigentlichen engeren Intercellulargänge des Gewebes fort. Die Entstehung der Spaltöffnungen findet schon an den jugendlichen, noch nicht erwachsenen Pflanzentheilen statt und geschieht ausnahmslos so, daß eine junge Epidermiszelle, die sich abrundet, zur Mutterzelle der Spaltöffnung wird, indem sie durch eine Scheidewand in die zwei Tochterzellen sich theilt, die zu den Schließzellen werden, worauf die Spalte in der Mitte dieser Scheidewand sich bildet. Bei diesen Zelltheilungen finden mancherlei Gesetzmäßigkeiten statt. Sie treten gewöhnlich erst ein, wenn die übrigen Epidermiszellen ihre typische Form und Arrangement schon einigermaßen erhalten haben. Von langgestreckten Epidermiszellen kann ein Endstück durch eine Querwand abgegrenzt werden und so unmittelbar die Mutterzelle die Spaltöffnung

§. 53. darstellen. Häufig erfolgen aber an derjenigen jungen Epidermiszelle, aus welcher später eine Spaltöffnung hervorgeht, zuerst einige vorbereitende Zelltheilungen, oder aber es erleiden die der Mutterzelle benachbarten Zellen einige gegen die erstere orientirte Theilungen, so daß schließlich die Spaltöffnung noch von mehreren besonders um sie gruppirten Epidermiszellen eingefaßt ist. Sehr eigenthümlich ist der Proceß bei Plantagineen, Oenothereen, Sileneen und vielen Farnkräutern, wo er bei *Aneimia* sein Extrem erreicht. Hier wird aus einer Epidermiszelle (dieselbe im Querschnitt gedacht) durch eine Uförmige Scheidewand eine Zelle herausgeschnitten, welche zur Spaltöffnungsmutterzelle wird; bei *Aneimia*, wo diese Scheidewand sich nicht an die Seitenwände, sondern nur an die Außenwand der Epidermiszelle ansetzt, kommt daher das eigenthümliche Verhältniß zustande, daß die Spaltöffnung von einer einzigen Oberhautzelle rings umschlossen ist, während sonst immer mehrere Epidermiszellen die Spaltöffnung begrenzen. Schließlich ist zu bemerken, daß die Theilungswand, durch welche die beiden Schließzellen aus der Mutterzelle gebildet werden, bei langgestreckten Pflanzentheilen an sämmtlichen Spaltöffnungen der Längsrichtung der Theile parallel orientirt ist, so daß die Spaltöffnungen, die hier gewöhnlich in Reihen stehen, auch alle in einer Richtung gestellt sind. Die Spaltöffnungen liegen zunächst immer in derselben Ebene wie die Epidermis und behalten bei vielen Pflanzen diese Lage bei. In manchen Fällen aber werden sie mit fortschreitender Ausbildung des Pflanzentheiles durch das Wachsthum der benachbarten Epidermiszellen tief unter jene Ebene hinabgedrängt, so daß die angrenzenden Oberhautzellen über der Spaltöffnung sich nähern und wieder eine äußere Spalte bilden, z. B. an den Nadeln von *Pinus*-Arten und besonders bei einer Abtheilung von *Equisetum* (die deshalb sogenannten kryptoporen Arten). Selten ragen sie über die Epidermis hervor.

Von den eigentlichen Spaltöffnungen, die man, da ihre Spalte und Athemhöhle immer Luft enthalten, auch Luftspalten nennen kann, sind die Wasserspalten zu unterscheiden, welche im allgemeinen denselben Bau haben, aber meist eine weit geöffnete Spalte besitzen und zur Ausscheidung von Wassertropfen dienen. Sie finden sich ziemlich verbreitet an den Blättern, und zwar stehen sie über der Endigung eines Gefäßbündels, gewöhnlich an der Blattspitze und auf den Zähnen des Blattrandes, je einzeln oder in Gruppen beisammen. Bei vielen Crassulaceen und manchen *Saxifraga*-Arten stehen sie auf der Blattfläche in kleinen Grübchen; hier enthält der durch sie ausgeschiedene Saft Kalk aufgelöst, welcher sich daher in fester Form auf diesen Stellen abscheidet.

Von ganz eigenthümlicher Art sind die Spaltöffnungen der Marchantiaceen, den einzigen Pflanzen unter den Moosen, wo überhaupt Organe, die diesen Namen verdienen, vorkommen. Hier ist der Porus von vier, sechs oder mehr im Kreise stehenden Zellen umgeben. Letztere gehen ebenfalls aus einer Mutterzelle, jedoch durch mehrmalige Zweitheilung hervor; zuletzt theilt sich jede dieser Zellen auch durch der Epidermis parallele Wände in mehrere übereinander liegende Zellen, so daß der Porus ein von mehreren Zellreihen umfaßter Kanal wird.

Ein alleiniges oder vorwiegendes Erzeugniß der Epidermis sind die Haare oder Trichome[1]) der Pflanzen, die man aus diesem Grunde auch als Epidermoidalorgane bezeichnet. Viele dieser Bildungen gehören aber schon so sehr zur äußeren Gliederung der Pflanze und zeigen soviel Uebergänge zu wirklichen Blatt- und Stengelorganen, daß wir sie in der Morphologie besprechen.

An gewissen Punkten kann die Epidermis eine andere Beschaffenheit annehmen als ihr übriger Theil, das sind diejenigen Stellen, an welchen oberflächlich eigenthümliche Stoffe abgesondert werden und die man daher allgemein als Drüsen bezeichnet. Zu diesen oberflächlichen Drüsen gehören zunächst die Nectarien, d. h. die den Zuckersaft absondernden Organe in den Blüten und anderen Theilen. Sie bestehen aus Zellgruppen der Epidermis von eigenthümlicher Beschaffenheit: entweder sind es dünnwandige, nicht cuticularisirte Zellen, aus welchen durch Diffusion der Zuckersaft ausschwitzt, oder die Secretion geht von cuticularisirten Epidermis-

1) Von θριξ, τριχός Haar.

zellen aus, die entweder gewöhnliche Form haben oder die Beschaffenheit eigenthümlicher Papillen oder Haare annehmen, wobei die Cuticula zerstört und die Membranschichten verschleimt werden, oder aber der Zuckersaft dringt aus eigenthümlichen Spaltöffnungen und wird aus den unter den letzteren liegenden Zellen abgesondert. Sehr mannigfaltig ist das Verhalten der Epidermis auch an denjenigen Theilen der Laubknospen vieler Holzpflanzen und Kräuter, die einen klebrigen und balsamischen Ueberzug besitzen. Hier sind die Secretionsorgane eigenthümliche Haarbildungen, Leimzotten (Colleteren[1]) genannt, welche schon an den jungen Theilen in der Knospe sich bilden und meistens vielzellige, oft bandförmige, kleine Organe sind. Das Secret ist ein Gummischleim, welcher gewöhnlich mit Harztröpfchen gemengt ist. Dasselbe entsteht dadurch, daß die unter der Cuticula der Schleimzotten liegende Membranschicht (Collagenschicht) verschleimt, durch ihre Quellung die Cuticula abhebt und endlich sprengt, während die Harztröpfchen aus dem Inhalt dieser Zellen stammen. Selbst die ganze junge Epidermis kann an dieser Secretion sich betheiligen.

Bei manchen Pflanzen muß man von einer mehrschichtigen Epidermis sprechen. Es treten in den Epidermiszellen auch Theilungen parallel der Oberfläche ein, wodurch die anfänglich einschichtige Oberhaut in zwei oder mehr Schichten gespalten wird. Dabei sind die unter der äußeren eigentlichen Epidermisschicht liegenden Zellen entweder dünnwandig und saftreich, wie bei Begoniaceen, Piperaceen, vielen *Ficus*-Arten ꝛc., oder sie nehmen in noch auffallenderer Weise die Beschaffenheit eines Hautgewebes an, wie namentlich bei den Luftwurzeln der Orchideen und Aroideen, wo sie ihren Zellsaft verlieren, meist spiralige Wandverdickung zeigen und eine lufthaltige Wurzelhülle um die Wurzeln bilden.

Literatur über Epidermis und Spaltöffnungen: H. v. Mohl, Vermischte Schriften. Tübingen 1845. pag. 245, 252, 260, und Bot. Zeitung 1856. pag 701. — Cohn, De Cuticula. Breslau 1850. — Weiß, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik. IV. — Fitzer, ebenda VII. u. VIII. — Czech, Bot. Zeitung 1865, pag 101. — Strasburger, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik. V. — de Bary, Bot. Zeitung 1871, Nr. 9—11 und 34—37. — Hildebrand, ebenda 1870, pag. 1. — Prantl, Flora 1872. — Reuter, Mittheil. d. naturw. Ver. f. Steiermark. II. 2. (1870). — de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877, wo auch die ältere Literatur verzeichnet ist.

§. 54.

2. **Kork** (suber). Wenn Pflanzentheile, die mit einer Epidermis versehen sind, ein langanhaltendes und starkes Dickenwachsthum erleiden, so wird häufig die Epidermis durch ein anderes Hautgewebe ersetzt, an welchem zugleich eine Einrichtung sich findet, durch die dasselbe in den Stand gesetzt wird, mit der fortdauernden Vergrößerung der Oberfläche des Organes Schritt zu halten. Bisweilen vermag dies allerdings auch die Epidermis, und dann tritt auch dieses andere Hautgewebe nicht an ihre Stelle. So bei den voluminös werdenden Früchten, wie Kürbissen, Gurken, Aepfeln ꝛc., und unter den Holzpflanzen bei der Mistel (*Viscum album*). Hier bleibt die meist stark cuticularisirte Epidermis fortbildungsfähig, indem ihre Zellen sich durch Theilungen radial zur Oberfläche so weit vermehren, als es der größer werdende Umfang der Organe erheischt. Mit Ausnahme dieser Fälle bildet sich unter den bezeichneten Umständen, schon ehe die Epidermis zerstört wird, unter derselben ein neues Hautgewebe in Gestalt einer Korkschicht (Fig. 74, k), so daß dieselbe, wenn die Epidermis aufreißt, schon vorhanden ist, ja es wird sogar durch das Auftreten der Korkschicht das Absterben der Epidermis schließlich beschleunigt. An den zu vieljähriger Dauer bestimmten Stamm- und Wurzeltheilen der Holzgewächse findet solche Korkbildung fast allgemein statt; von anderen Pflanzentheilen sind es besonders die Kartoffelknollen, die sich mit einer Korkschicht (Kartoffelschale) bedecken. Das Korkgewebe entsteht dadurch, daß in den unmittelbar oder nahe unter der Epidermis liegenden Zellen (Fig. 74, pd), bisweilen, wenn auch seltener, in den Epidermiszellen selbst, eine Zelltheilung anhebt, bei welcher lauter der Oberfläche parallele Scheidewände gebildet werden. Indem dies in denselben Zellen sich wiederholt, ergeben sich Zellen von viereckigem, gewöhnlich rectangulärem Querschnitt und von in radialer Richtung mehr oder weniger plattenförmig zusammengedrückter Form, zugleich in radialen Reihen liegend (Fig. 74.). Die der Oberfläche zugekehrten Schichten dieses Gewebes

1) Von κολλητός zusammengeleimt (κόλλα Leim).

§. 54. nehmen nun die Eigenſchaften von Korkzellen (S. 56) an, d. h. ihre Membranen verkorken, ſie verlieren allmählich ihren Inhalt, erfüllen ſich mit Luft oder bleiben von einer amorphen braunen Maſſe erfüllt und werden theilungsunfähig, bleiben aber lückenlos mit einander verbunden. Dagegen behält eine an die Korkzellen innen angrenzende einfache Zellenlage dieſes Gewebes (Fig. 74, c) die Eigenſchaft von Meriſtem bei, d. h. die Fähigkeit die Theilungen fortzuſetzen und neue Korkzellen nach außen hin zu erzeugen; ſie heißt darum Phellogen[1], Korkcambium oder korkerzeugendes Meriſtem. Das Phellogen dehnt ſich mit dem wachſenden Umfange des Pflanzentheiles in gleichem Schritte aus; es entſtehen dann in den Meriſtemzellen auch Theilungswände rechtwinklig zur Oberfläche, wodurch die Zahl der Meriſtemzellen und ſomit auch der aus ihnen hervorgehenden Korkzellen vermehrt wird; die Folge iſt, daß der wachſende Theil immer von einer zuſammenhängenden Korkſchicht bedeckt bleibt. Wegen der Verkorkung ſeiner Zellmembranen hat der Kork ganz ähnliche phyſikaliſche Eigenſchaften wie die Cuticula (§. 31.), d. h. er iſt ſchwer für Waſſer durchdringbar und daher ebenſo und in noch höherem Grade wie die cuticulariſirte Epidermis ein Schutz für die inneren Theile nach außen. — Auch die Wunden der Pflanzen, ſoweit durch ſie parenchymatöſes Gewebe verletzt wird, bedecken ſich mit einer Korkſchicht, indem die zunächſt unter der Wunde liegenden unverletzten Zellen zu einem Phellogen werden, deſſen nach außen gekehrte Zellen in Korkzellen ſich umwandeln. Dadurch bekommt die verwundete Stelle wieder ein Hautgewebe, durch welches ſie vor Verdunſtung und Fäulniß geſchützt wird.

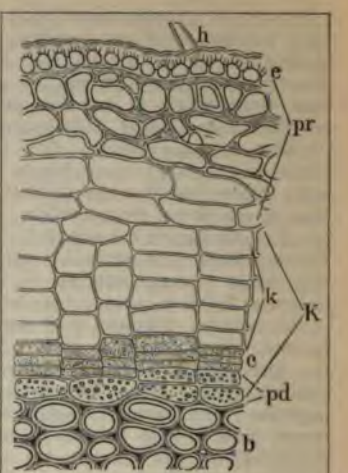


Fig. 74.

Korkbildung im einjährigen Zweige von *Ribes nigrum*. Querſchnitt durch die Rindenoberfläche. e Epidermis, h Haar, pr das infolge der Korkbildung vertrocknete Parenchym der äußeren Rinde. K das durch die Korkbildung entſtandene Periderm, beſtehend aus den eigentlichen Korkzellen, welche die Korkſchicht k bilden, und aus dem Phellogen c; letzteres erzeugt durch Theilungen auch nach innen chlorophyllhaltige Rindezellen, ſogenanntes Phelloderm pd; b angrenzender Theil des Baſtes. Ungefähr 400fach vergrößert. Nach Sachs.

Verſchiedene Verhältniſſe zeigt die Korkbildung an der Oberfläche der Zweige, Stämme und Wurzeln der Holzpflanzen. Die Zweige der meiſten Bäume und Sträucher bilden ſchon in ihrem erſten Jahre eine Korkſchicht. Dieſe entſteht entweder in der Epidermis oder im Rindegewebe unmittelbar unter derſelben oder wohl auch in einiger Entfernung davon im Innern der Rinde, ſtets als eine die Oberfläche des Zweiges vollſtändig umziehende Schicht, und ſtets an ihrer Innenſeite mit einem thätig bleibenden Phellogen verſehen. Dieſe von innen her ſtetig nachwachſende Korklage, ſammt ihrem Phellogen, nennt man bei den Holzpflanzen das Periderm[2] (Fig. 74, K). Bei den meiſten Bäumen und Sträuchern erhält ſie ſich in den erſten Lebensjahren des Zweiges in gleichbleibender Beſchaffenheit, gewöhnlich eine glatte, oft glänzende, ziemlich feſte Haut darſtellend. Mit der Bildung des Periderms ſterben die nach außen gelegenen alten Gewebstheile (Epidermis, beziehendlich äußere Rindeſchichten) und gehen verloren. Ebenſo werden bei Erſtarkung der Zweige die äußerſten älteſten Korkzellen in dem Maße abgeſtoßen, als das Periderm von innen her ſich regenerirt. Die Korkzellen des Periderms ſind von der oben beſchriebenen Beſchaffenheit, entweder ſämmtlich gleichartig, oder es wechſeln Schichten von zweierlei Korkzellenarten ab: dickwandige platte, und dünnwandige

1) Zuſammengeſetzt aus φελλός Kork und γένος Entſtehung. 2) von περί ringsum und δέρμα Haut.

weite Korkzellen, wodurch das Periderm einen geschichteten Bau erhält und die Schichten sich als papierdünne Blätter ablösen, wie es am auffallendsten bei der Birke ist, wo die weißen Blätter aus dickwandigen, platten, die braunen aus dünnwandigen, leicht zerreißenden Korkzellen bestehen. Bei manchen Bäumen bleibt das Periderm als eine solche verhältnißmäßig dünne, aber feste, oberflächliche, einfache Schicht erhalten bis ins Alter und an den dicksten Stämmen, die dann immer eine glatte Oberfläche behalten, wie die Buchen zeitlebens, die Birken wenigstens bis in ziemlich hohes Alter. Wenn im Periderm eine sehr reichliche Korkbildung eintritt, so werden daraus dicke Korkkrusten, welche den in der Technik verwendbaren Kork darstellen. Unter den einheimischen Gehölzen zeigen dies besonders *Ulmus suberōsa* und *Acer campēstre*, wo diese üppige Korkentwickelung schon an den jüngeren Trieben beginnt, die darum mit mehreren starken Korkflügeln besetzt sind, weil die äußeren Partien dieser Korkhülle infolge des starken Wachsthums zerreißen müssen. Der Kork der Korkeiche, der den Flaschenkork liefert, ist ein ebensolches mächtig entwickeltes Periderm, welches sich bis ins hohe Alter auf den Stämmen unversehrt erhält. Der periodische jährliche Zuwachs der Korkkrusten führt hier zu einem concentrisch geschichteten Bau, indem die zahlreichen Lagen weicher, weiter Korkzellen mit dünnen, plattzelligen Zonen abwechseln, welche die Grenzen des Jahreswachsthums bezeichnen. Außerdem nehmen in diesem Kork einzelne Zellen oder Gruppen solcher die Ausbildung von Sclerenchym- oder Steinzellen an, die den gleichnamigen Organen, wie sie häufig in Grundgewebe (§. 58.) vorkommen, gleich sind. Sie finden sich sehr ungleichmäßig, bald fehlen sie, bald sind sie in reicher Menge vorhanden und verschlechtern dann die Qualität der Korksorten. Das auf der Innenseite jedes Periderms befindliche Phellogen erzeugt entweder nur Zellen, welche als Korkzellen nach außen dem Periderm hinzugefügt werden; in vielen Fällen aber legt es auch nach innen zu an das Rindegewebe Zellen ab, welche die Beschaffenheit dieses Gewebes annehmen, d. h. zu chlorophyllhaltigen Parenchymzellen sich ausbilden. Dadurch erhält also der Rindenmantel des Zweiges und Stammes, der bei dem Wachsthum des Organes in die Dicke ebenfalls sich erweitern muß, Zuwachs. So ist es z. B. bei den Buchen, bei den Weiden, bei *Ribes* und vielen anderen Holzpflanzen. Die auf diese Weise gebildeten Gewebeschichten der Rinde (Fig. 74, pd) werden als Korkrindenschicht oder Phellodermа[1] bezeichnet. §. 54.

Bei vielen Bäumen bleibt das ursprüngliche Periderm nicht als eine zusammenhängende Bedeckung der Oberfläche erhalten. Es wird an den älteren Aesten und Stämmen durch die Borke (rhytidōma) ersetzt. Die Borkebildung beruht darauf, daß in tieferen Schichten der Rinde und des Bastes neue Schichten von Korkcambium sich bilden. In einer gewissen Erstreckung verwandeln sich Zellen der Rinde und des Bastes in Meristem, welches dann in derselben Weise wie das Periderm zu einer Korklamelle wird. Diese neuen Korklamellen befinden sich immer in einer gewissen Tiefe des Gewebes, so daß zwischen ihnen und der Oberfläche unveränderte Gewebepartien von Rinde und Bast stehen, welche durch die neue Korklamelle gleichsam herausgeschnitten werden und, da die Bildung von Kork die Zufuhr von Saft zu ihnen abschneidet, vertrocknen, absterben, und endlich, da sie dem Dickenwachsthum des Stammes nicht folgen, verschiedenartig zerreißen und nach und nach abfallen. Diese vertrockneten Gewebemassen auf der Oberfläche der Stämme bilden in ihrer Gesammtheit die Borke. Der Proceß geht nun stetig weiter; in dem Maße als durch das Dickenwachsthum des Stammes der Bast von innen her nachwächst (§. 59.), werden außen seine älteren Partien als Borke abgeworfen. Im Speciellen zeigt dieser Proceß große Mannigfaltigkeit. Es richtet sich dies besonders darnach, ob die neuen Korklamellen in ringförmig geschlossener Schicht parallel der Oberfläche sich bilden, in welchem Falle die Borke sich in Form horizontaler Ringe vom Stamme abblättert (Ringelborke, z. B. beim Kirschbaum), oder ob sie sich nur in begrenzter Ausdehnung bilden, wobei sie an ihren Rändern sich an das Periderm, beziehendlich an die jeweils äußere Korklamelle anlegen, in welchem Falle die Borke sich bald in größeren (z. B. bei der Platane), bald in kleineren Schuppen (wie bei der Fichte) abblättert (Schuppenborke).

1) Zusammengesetzt aus φελλός Kork und δέρμα Haut.

Auf den Zweigen und Stämmen der Holzpflanzen, und zwar vom einjährigen Zweige an, so lange als die Oberfläche durch Periderm geglättet bleibt, desgleichen auf den Wurzeln der Holzpflanzen, sind mehr oder weniger zahlreiche, zerstreut stehende, etwas erhabene Warzen, aus einem bräunlichen, lockeren korkartigen Gewebe bestehend, zu erkennen, die sogenannten Lenticellen[1], Rindenhöckerchen oder Korkwarzen. Sie bilden sich, mit den gleich zu nennenden Ausnahmen, am einjährigen Zweige schon vor Beginn der Peridermbildung und in diesem Falle immer unter einer Spaltöffnung, wobei meistens jeder solchen eine Lenticelle entspricht, oder auch, bei sehr spaltöffnungsreichen Zweigen, nur wenige Spaltöffnungen unter sich eine Lenticelle erzeugen. Es entsteht durch Theilung und Wachsthum der dort liegenden Rindezellen ein Gewebe von chlorophyllosen, dünnwandigen, sich abrundenden und leicht trennbaren Zellen, deren Membran wie Korkzellen reagiren, die aber nicht Luft, sondern Saft und Protoplasma enthalten. Dann fährt die innerste im Bogen um die Spaltöffnung gelegene Schicht dieser Zellen allein fort, als Meristem solche Füllzellen nach außen abzuscheiden, von denen die ältesten äußersten dann durch die entstehende Spalte in der Epidermis nach außen hervortreten. An der Peripherie der Lenticelle setzt sich das Meristem derselben in das Korkcambium fort. Bei denjenigen Sträuchern, wo das Periderm tiefer in der Rinde, also nicht unmittelbar unter der Epidermis sich bildet, so daß die darüber liegende Rindezone später abgeworfen wird, wie bei *Lonicĕra*, *Ribes*, *Spiraea*, *Colutĕa*, *Berbĕris* ꝛc., findet unter den Spaltöffnungen keine Bildung von Lenticellen statt; diese entstehen hier tiefer in der Peridermschicht, sind aber von derselben Beschaffenheit wie die der anderen Pflanzen; ebenso können später bei beginnender Borkebildung in den tiefer angelegten Korkschichten Lenticellen entstehen. Mit der Vergrößerung der Oberfläche des wachsenden Baumstammes wachsen auch die Korkwarzen und werden dadurch oft mehr oder weniger in die Breite gezogen, am auffallendsten bei der Birke. Die bemerkenswertheste Eigenthümlichkeit der Lenticellen ist, daß ihre immer in radialen Reihen liegenden Füllzellen deutliche Intercellulargänge (§. 48.) zwischen sich haben; auch bilden sie unter sich Phelloderm (s. oben) wie das Korkmeristem, aber gewöhnlich noch reichlicher, und diese Phellodermzellen sind ebenfalls durch viel Luft in den Intercellulargängen ausgezeichnet. Die Lenticellen sind darnach Respirationsorgane und ersetzen die nicht mehr vorhandenen Spaltöffnungen.

Literatur über Kork, Periderm, Borke und Lenticellen: H. v. Mohl, Vermischte Schriften. Tübingen 1845. pag. 221 u. 233. — Hanstein, Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Baumrinde. Berlin 1853. — Sanio, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik. II. pag. 39. — de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877. pag. 114 u. 560. — Stahl, Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen. Bot. Zeitung 1873. Nr. 36.

III. Gefäßbündel oder Fibrovasalstränge.[2]

§. 55. Unter diesem Namen versteht man ein Gewebe, welches im Innern der Pflanzentheile in Form meist fester Stränge, die oft schon dem unbewaffneten Auge beim Zerschneiden oder Zerreißen der Pflanzentheile bemerkbar werden, sich befindet und aus Tracheen (§. 44.) oder Siebröhren (§. 45.) oder aus beiden zugleich, und überdies auch noch aus Zellen von wesentlich prosenchymatischer Gestalt (§. 49.) zusammengesetzt ist, wodurch es von dem Grundparenchym (§. 58.), in welchem die Stränge angeordnet sind, sich unterscheidet. Echte Fibrovasalstränge sind nur den Phanerogamen und Gefäßkryptogamen eigen.

1. Anordnung und Verlauf der Gefäßbündel.

§. 56. Die Fibrovasalstränge stehen in der ganzen Pflanze mit einander im Zusammenhange, bilden ein dieselbe durchziehendes System, denn sie verlaufen im Stamme im allgemeinen in der Längsrichtung und gehen einerseits in die Zweige des Stammes, sowie in dessen Blätter über, anderseits setzen sie sich in diejenigen fort,

1) Diminutiv von lens Linse, wegen der Form. 2) fibra Faser, faserförmige (prosenchymatische) Zelle und vas Gefäß.

welche in den Wurzeln verlaufen. Die Anordnung der Gefäßbündel ist nun §. 56.
aber je nach den Organen der Pflanze und besonders in den Stämmen je nach den Klassen des Pflanzenreiches, beziehendlich auch nach Gattungen verschieden.

A. In der Wurzel verläuft fast bei allen Pflanzen nur ein einziges centrales Gefäßbündel bis an den Vegetationspunkt derselben. Nur bei manchen zu Knollen verdickten Wurzeln, z. B. den Wurzelknollen der Orchideen, in denjenigen von *Dioscorea batatas* ꝛc., verlaufen zahlreiche getrennte, gegen die Spitze hin convergirende Stränge.

B. **Gefäßbündelverlauf im Stamme.** Hinsichtlich ihres Verlaufes können im allgemeinen zwei Arten von Fibrovasalsträngen im Stamme unterschieden werden. Erstens solche, welche immer im Stamme bleiben und mit diesem an der Spitze fortwachsen, gleichgültig ob sie in gar keinem directen Zusammenhange mit den in die Blätter laufenden Bündeln stehen, oder diese sich seitlich an sie ansetzen; diese werden als stammeigene Stränge bezeichnet. Zweitens diejenigen, welche nur eine Strecke weit im Stamme verlaufen und dann allemal in ein Blatt austreten, also dem Stamme und dem Blatte angehören. Diese werden Blattspurstränge genannt, weil sie innerhalb des Stammes die anatomisch nachweisbare Spur der Blätter, zu denen sie gehören, darstellen; denn sie setzen sich von der Austrittsstelle in das Blatt an im allgemeinen senkrecht nach abwärts im Stamme fort, so daß das Gefäßbündelsystem des letzteren die Gesammtheit derjenigen Stränge enthält, welche von den nächst höheren Blättern herabgestiegen sind, woraus eine bestimmte Beziehung zwischen der Blattstellung und der Anordnung der Spurstränge im Innern des Stammes sich ergiebt. Weiter ist noch hinsichtlich des Verlaufes des einzelnen Stranges zu beachten, ob derselbe genau der Längsaxe des Stammes parallel läuft oder von dieser Richtung abweicht. Letzteres kann stattfinden in Bezug auf den radialen Längsschnitt und ergiebt den Unterschied des radial-senkrechten und radial-schiefen Verlaufes, oder in Bezug auf die Ebene der gerade gedachten Oberfläche des Stammes und führt dann zur Unterscheidung des tangential-senkrechten und tangential-schiefen Verlaufes. Jedes Blatt empfängt entweder nur einen einzigen Strang aus dem Stamme oder, besonders wenn es mit breiter Basis am Stamme inserirt ist, oft eine große Anzahl; man nennt die Gesammtheit der letzteren die Blattspur; diese kann hiernach einsträngig oder vielsträngig sein. Die im Stamme herabsteigenden Blattspurstränge verlaufen entweder von einander getrennt oder können sich auch mit anderen vereinigen; man unterscheidet darnach getrenntläufige und vereintläufige Stränge. Nachdem er eine gewisse Strecke nach abwärts durchlaufen hat, legt sich jeder Strang zuletzt an einen benachbarten an. Bei einer mehrsträngigen Blattspur ist auch noch zu unterscheiden, ob die Stränge derselben im Stamme neben einander absteigen, d. h. nebenläufig, oder von einander durch andere getrennt sind, was man verschränktläufig nennt. Bisweilen bilden sich bei mehrsträngigen Blattspuren im Knoten in der Rinde gürtelförmige Verbindungen zwischen den einzelnen Blattspursträngen. Innerhalb dieser allgemeinen Regeln zeigt der Verlauf der Fibrovasalstränge bei den einzelnen Pflanzen überaus große Mannigfaltigkeiten. Aber es lassen sich doch gewisse nachstehend beschriebene Typen unterscheiden, welche für die einzelnen Klassen des Pflanzenreiches charakteristisch sind, wenigstens bei der überwiegenden Mehrzahl ihrer Angehörigen zutreffen.

1. Typus der Dikotyledonen. Bei den meisten Dikotyledonen und bei den Coniferen sind die Fibrovasalstränge sämmtlich Blattspurstränge (s. oben) und bilden auf dem Querschnitte des Stengels einen mit der Oberfläche desselben concentrischen Kreis (Fig. 85, A.), in welchem sie radial-senkrecht nebeneinander aufsteigen, und welcher das Grundgewebe in Rinde und Mark (§. 58.) scheidet. Die Verschiedenheiten beruhen nun hauptsächlich auf der Zahl der in jedes Blatt eintretenden Blattspurstränge, also darauf, ob die Blattspuren ein- oder mehrsträngig sind, und auf der Stellung der Blätter, weil von diesen die Vertheilung der zugehörigen Blattspuren im Stamme abhängig ist. Diese Verhältnisse zeigen daher selbstverständlich bei den einzelnen Pflanzenarten große Mannigfaltigkeiten; auch sind viele Pflanzen auf diese Verhältnisse noch nicht untersucht worden. Wir begnügen uns hier eine Vorstellung davon an zwei illustrirten Beispielen zu geben, welche einestheils bei wechselständiger (Fig. 75.) und bei gegenständiger Blatt-

§. 56.

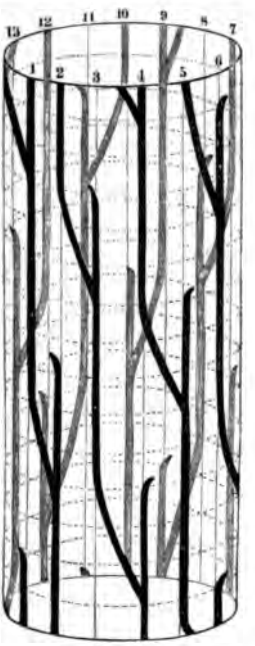


Fig. 75.

Schematische Darstellung des Gefäßbündelverlaufes im durchsichtig gedachten Zweige des Taxbaumes, wo in jedes der abgeschnittenen zahlreichen wechselständigen Blätter, die nach $^5/_{13}$ Stellung (§. 19.) angeordnet sind, ein Gefäßbündel austritt; also einsträngige Blattspuren. Die jedesmaligen Austrittsstellen der Blattspurstränge sind durch das verdünnte auswärts gebogene Ende angedeutet.

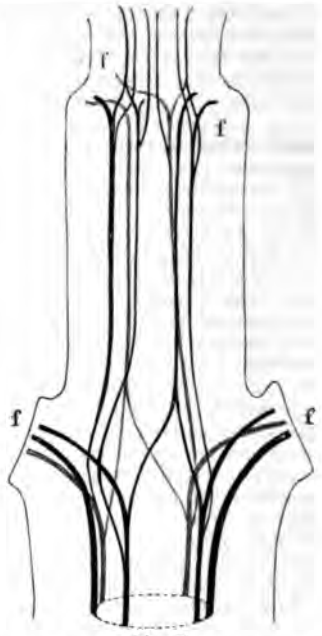


Fig. 76.

Schematische Darstellung des Gefäßbündelverlaufes im durchsichtig gedachten Zweige von *Clematis viticella*, wo in jedes der abgeschnittenen gegenständigen Blätter je 3 Fibrovasalstränge (f) austreten; also mehrsträngige Blattspuren. Den mittleren der drei Blattspurstränge kann man als den Medianstrang, die beiden seitlichen als die Lateralstränge bezeichnen. Es sind also, wie aus der Figur hervorgeht, die Lateralstränge mit denen des nächsten Paares verschränktläufig. Nach de Bary.

stellung (Fig. 76), anderntheils bei einsträngigen (Fig. 75.) und bei vielsträngigen Blattspuren (Fig. 76.) die Verhältnisse erläutern. In allen Fällen bemerken wir, daß da, wo ein Blattspurstrang in ein Blatt austritt, im Kreise der Fibrovasalstränge eine Lücke entsteht, die aber nahe über dieser Stelle wieder ausgefüllt wird, indem von den benachbarten Fibrovasalsträngen ein neuer sich abzweigt, der als Blattspurstrang des senkrecht darüberstehenden Blattes an jene Stelle tritt. Es ist selbstverständlich, daß es wiederum der Strang eines bestimmten Blattes ist, mit welchem allemal der des darüber stehenden vereintläufig wird, und daß dies von der jedesmaligen Blattstellung abhängt. Angedeutet sei noch, daß diese Verhältnisse an verschiedenen Stellen eines und desselben Stengels wechseln können, wenn die Blattstellung sich ändert, insbesondere daß sich dieselben vereinfachen, wenn wenigere und einfacher gebaute Blätter am Stengel entspringen. Letzteres gilt besonders vom hypokotylen Gliede der Keimpflanzen, weil in diesen oft nur die zu den beiden Kotyledonen verlaufenden Blattspuren vorhanden sind, und diese auch oft einsträngig sind, während die folgenden größeren Blätter mehrsträngige Spuren haben. Aehnliche Vereinfachungen können auch wieder im Blütenstande eintreten.

II. Anomale Dikotyledonen. Von dem gewöhnlichen Typus weichen §. 56.
mehrere Dikotyledonen dadurch ab, daß sie entweder außer dem gewöhnlichen Gefäßbündelring noch andere Fibrovasalstränge innerhalb desselben, im Marke, oder außerhalb desselben, in der Rinde, haben, oder daß die Fibrovasalstränge in mehreren Kreisen oder scheinbar ganz regellos zerstreut stehen.

a. Markständige Bündel. Wo solche vorkommen, sind entweder alle Stränge Blattspuren, indem die den Gefäßbündelring bildenden Blattspurstränge noch tiefer hinabsteigen, indem sie dabei in das Mark übertreten. So bei den Piperaceen, bei *Amarántus*, *Phytolácca*, bei den Cucurbitaceen und mehreren anderen. Oder nur die den Ring bildenden Bündel sind Blattspuren, die markständigen sind stammeigene (s. oben). So bei vielen Begonien, einigen Umbelliferen, Aralien und Orobancheen. Eigenthümlich verhalten sich die Nymphäaceen, die *Gunnéra*-Arten und *Primula auricula* insofern, als von jedem Blatte eine Anzahl von Bündeln in den Stamm tritt und sogleich nach dem Eintritt in ein Netz von Strängen übergeht, welche sowohl in radialer wie in tangentialer Richtung durch schiefe und quergehende Bündelzweige unregelmäßig verbunden sind, so daß auf Quer- wie Längsschnitten durch den Stamm ordnungslos zerstreute Stränge in den verschiedensten Richtungen durchschnitten werden.

b. Rindeständige Bündel. Solche kommen entweder nur dadurch zustande, daß gewisse Blattspurstränge eine Strecke weit außerhalb des Ringes verlaufen und erst später in ihn einbiegen; so bei den Casuarineen, manchen Begonien, einigen *Lathyrus*-Arten ꝛc. Oder es treten gewisse zu mehrsträngigen Blattspuren gehörige Bündel nie in den Ring ein, sondern bilden in den Internodien ein gesondertes Bündelsystem, welches nur in den Knoten mit dem Ringe durch Anastomosen verbunden ist. So bei den Calycantheen und Melastomaceen. In den geflügelten Stämmen der Rhipsalideen bilden die Blattspuren die rindeständigen Bündel, während der eigentliche Gefäßbündelring nur aus stammeigenen Fibrovasalsträngen besteht.

c. Ein einziges centrales Gefäßbündel, wobei also ein Mark nicht unterschieden werden kann, und von dem sich in den Knoten die nach den Blättern laufenden Bündel abzweigen, besitzen mehrere dikotyledone Wasserpflanzen, wie *Hippúris*, *Callitriche*, *Myriophýllum*, *Ceratophýllum*, *Hottonia*, *Elatine*.

III. Typus der Monokotyledonen. Der Stamm der meisten Monokotyledonen zeigt auf dem Querschnitt die Fibrovasalstränge nicht in einem Kreise angeordnet, sondern innerhalb einer schmalen peripherischen bündelfreien Rinde in einem Cylinder, der als Mark bezeichnet werden kann, unregelmäßig zerstreut stehend. Entweder sind sie über die ganze Durchschnittsfläche dieses Cylinders zerstreut, wie besonders in den Palmenstämmen (Fig. 77.), im Stengel des Mais ꝛc., oder es bleibt die Mitte desselben frei von Bündeln, wie in den später im Innern hohlen Halmen der meisten Gräser. Alle diese Bündel sind Blattspurstränge, und jedes Blatt, dessen Basis bei den Monokotyledonen meist den ganzen Stengelumfang umfaßt, empfängt zahlreiche, bei manchen Palmen mehrere Hundert Stränge. Der Grund ihrer zerstreuten Stellung im Marke liegt in ihrem radial schiefen Verlaufe. Dieser tritt deutlich hervor, wenn der Stamm im radialen Längsdurchschnitte betrachtet wird (Fig. 78.). Verfolgt man hier den Verlauf der Stränge von unten nach oben, so entspringt jeder an der Grenze der Rinde und des Markcylinders aus einem andern dort vorhandenen und steigt in schiefer Richtung gegen die Mitte des Markes hin auf, wendet sich dann in einem Bogen wieder allmählich nach außen, erreicht die Grenze der Rinde und tritt durch diese in das Blatt ein. Eine noth-

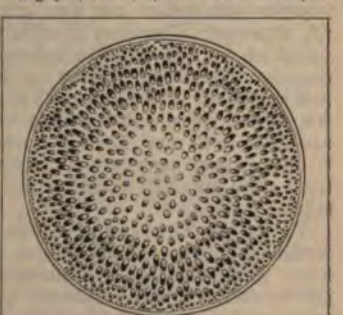


Fig. 77.
Querschnitt eines Palmenstammes. Innerhalb der schmalen ringfgen Rinde die im Mark zerstreut stehenden Gefäßbündel.

§ 56. wendige Folge dieses Verlaufes ist auch die, daß auf dem Querschnitte die Fibrovasalstränge um so dichter beisammenstehen, je näher der Rinde. Uebrigens ist noch zu bemerken, daß die Stränge gewöhnlich nicht in so vollständiger Regelmäßigkeit verlaufen, wie das in Fig. 78. gegebene Schema zeigt, nämlich daß sie meistens auch etwas tangential schief verlaufen, also auf einem radialen Längsschnitt nicht so vollständig in ihrem Verlaufe zu sehen sind, als wenn die Fibrovasalstränge durch Maceration des Stammes isolirt worden sind. Dieser Typus kann insofern modificirt vorkommen, als die von den Blattinsertionen absteigenden Stränge zum Theil schon auf ihrem Verlaufe im Marke mit andern Strängen vereintläufig werden, wie bei Pandaneen und Bromeliaceen, oder auch bisweilen durch quere Verbindungsäste anastomosiren.

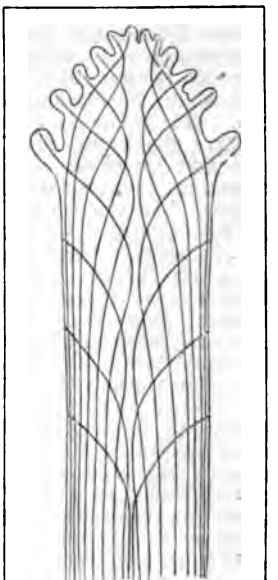


Fig. 78.
Idealer **Längsdurchschnitt durch einen Palmenstamm**, um den Verlauf der Gefäßbündel zu zeigen.

IV. Anomale Monokotyledonen. Abweichungen von dem Typus kommen unter Monokotyledonen bei den Commelinaceen vor, wo der Bündelverlauf mehr dem der Piperaceen (s. oben S. 109) ähnelt. Hier befindet sich auf der Grenze zwischen Rinde und Mark ein Kreis von stammeigenen Strängen, welche bis in die junge Stengelspitze laufen, während die Blattspurstränge im Marke senkrecht abwärts steigen, in dem nächst unteren Knoten sich mit einander paarweis vereinigen, dann wieder ein Internodium weit absteigen und im dritten Knoten sich mit Strängen tieferer Blätter vereinigen. Ferner gehören hierher die Potamogetoneen, deren einzelne Arten aber wieder ungleich sich verhalten. Sie haben ein einziges centrales Gefäßbündel, von welchem sich in den Knoten die Blattspurstränge, bald je drei, bald je einer, abzweigen, um parallel mit und neben dem centralen noch ein Internodium weit aufzusteigen und dann in ein Blatt zu treten. Bei dreisträngiger Blattspur kann auch nur das mediane Bündel diesen Verlauf haben, die beiden lateralen unmittelbar aus dem centralen Strange rechtwinklig nach dem Blatte sich abzweigen. Oder jeder Blattspurstrang zweigt sich aus dem einfachen stammeigenen centralen Bündel unmittelbar im Knoten nach dem Blatte ab (bei *Najas* und *Elodea*). Am abweichendsten verhält sich der Stengel von *Dioscorea* und *Tamus*, indem hier die Gefäßbündel nach dem Dikotyledonentypus einen ein Mark einschließenden Ring bilden.

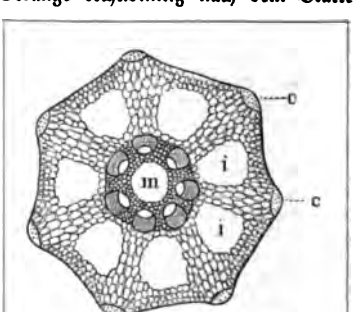


Fig. 79.
Querschnitt eines Stengels von *Equisetum palustre*, zeigt die Fibrovasalstränge in einem Kreise um das in der Mitte hohle Mark m. In der stark entwickelten Rinde ein Kreis von Luftkanälen ii. In den Kanten des Stengels liegen Gruppen von Collenchym cc. Vergrößert.

V. Gefäßkryptogamen. In dieser Abtheilung zeigen zwar die meisten eigentlichen Farnkräuter einen bestimmten Gefäßbündelverlauf; aber die übrigen hierhergehörigen Klassen weichen von diesem Typus ab und verhalten sich theils wieder eigenthümlich, theils mehr den Phanerogamen, zu denen sie ja überhaupt den Uebergang bilden, verwandt, wozu noch die Verschiedenheiten treten, die durch die Lebensweise dieser Pflanzen theils als Wasser-, theils als Landpflanzen bedingt werden. Die wichtigsten der hier zu unterscheidenden Typen sind folgende:

§. 56.

a. Equisetaceen-Typus. Bei *Equisētum* (Fig. 79.) stehen die Bündel in einem Mark und Rinde scheidenden Kreise und stellen die in die Blattscheiden laufenden Blattspurstränge dar, also ein den Dikotyledonen genau entsprechendes Verhältniß. Auch bei *Osmunda* ist ein Gefäßbündelring vorhanden, der je einen Strang in ein Blatt austreten läßt.

b. Lycopodiaceen-Typus. Der Stamm der Lycopodien-Arten wird von einem centralen, stammeigenen, sehr starken, mehrkantigen Strange durchzogen, von dessen Kanten sich unmittelbar die je einzeln in ein Blatt tretenden dünnen Gefäßbündel abzweigen. Ganz ähnlich verhalten sich die Stengel von *Selaginēlla*, deren meiste Arten ein plattenförmiges centrales Bündel enthalten, dessen Flächen in Beziehung zur Ober- und Unterseite dieser schief oder horizontal wachsenden Stengel stehen und dessen seitliche Ränder die Bündel für die an der Seite stehenden Blätter abgeben. Bei manchen Arten giebt es zwei solcher plattenförmigen centralen Bündel, deren jedes nur die Bündel für die seiner Seite, der Ober- oder Unterblattzeile angehörigen Blätter abgiebt.

c. Ein meist dünner, runder, centraler Strang, von welchem an jeder Blattinsertion je ein Bündel in das Blatt sich abzweigt, kommt bei den als Wasserpflanzen lebenden Arten der Rhizokarpeen, nämlich *Salvinia*, *Azōlla*, *Pilularia* vor; ferner bei einigen echten Farnen, wie *Hymenophyllum*, *Schizaea*, *Gleichenia*, *Lygodium*. Auch der knollig verkürzte Stamm von *Isoëtes* hat einen axilen Strang, der durch Vereinigung der einzelnen Blattspurstränge im Centrum entsteht.

d. Farntypus. Bei den meisten Farnen stehen die Gefäßbündel auf dem Querschnitte des Stammes in einem Kreise (Fig. 80, A); das sind aber stammeigene Bündel, welche nicht direct in die Blätter treten, sondern netzförmig verbunden sind derart, daß sie unter der Ansatzstelle jedes Blattes eine Masche bilden, und erst von den Rändern dieser Masche zweigen sich die meist in Mehrzahl in je ein Blatt tretenden Fibrovasalstränge ab (Fig. 80, B). Dieser Grundtypus kann nun wieder insofern Modificationen zeigen, als die stammeigenen Bündel entweder ungefähr runde Stränge darstellen, die Blattlücken zwischen ihnen also relativ groß sind, und das Gefäßbündelrohr also ein deutliches Netz bildet (Fig. 80, B), oder insofern diese Bündel bandartig sich verbreitern und oft mit den Rändern, von denen die Blattstränge sich abzweigen, auswärts gekrümmt sind (Fig. 81.), wie bei den Baumfarnen, oder insofern in den kriechenden Farn-

Fig. 80.
Verlauf der Fibrovasalstränge im Farnstamme (*Aspidium filix mas*).
A Der Stamm im Querschnitte, um die in einem Kreise stehenden Fibrovasalstränge f zu zeigen, von deren Rändern die für die Wedel bestimmten Stränge sich abzweigen. Schwach vergrößert.
B Das isolirte ganze System von Fibrovasalsträngen im Stamme, in der einen Längshälfte gezeichnet. Von den Rändern der Maschen gehen die dünneren Stränge in die Wedel ab. Schwach vergrößert.

Fig. 81.
Querdurchschnitt des **Stammes eines Baumfarn** (*Alsophila*).
g die bandförmig verbreiterten Fibrovasalstränge, jeder umschlossen von einer harten Scheide aus Sclerenchym (s). Auch die äußere Rindenschicht stellt einen Sclerenchymmantel s_1 dar. Natürliche Größe.

§. 56. stämmen von den im Kreis stehenden Bündeln der an der Ober- und der an der Unterseite liegende Strang durch bandförmige Gestalt und beträchtliche Stärke von den anderen sich unterscheidet, oder endlich indem das Gefäßbündelsystem in kriechenden dünnen Rhizomen verschiedener Farne und der Marsilien mit entfernt stehenden Blättern größtentheils zu einer Röhre geschlossen ist, welche nur eine relativ kleine Spalte als Blattlücke hat, durch welche das Mark mit der Rinde in Verbindung steht. Größere Abweichungen kommen insofern vor, als bei manchen Farnen mehrere concentrische Bündelkreise vorhanden sind, aus deren äußeren die Blattstränge entspringen, während Bündel der inneren Ringe wieder in die Lücke des äußeren eintreten (bei *Saccolōma*, manchen *Pteris*-Arten 2c.), oder bei anderen Farnen (besonders manchen Cyatheaceen) außer dem einfachen Bündelrohre noch kleine mark- und rindeständige Stränge vorhanden sind. Endlich verhält sich auch der kriechende Stamm von *Pteris aquilina* (Fig. 82.) eigenthümlich: er zeigt auf dem Querschnitt erstens einen äußern Ring von Fibrovasalsträngen, von denen an der Oberseite ein Strang durch größere Breite ausgezeichnet ist und welche zu einem Netz verbunden sind, aus welchem die Bündel für die Blätter abgehen, und zweitens ein inneres System, bestehend aus zwei breiten Strängen, und zwar einem Ober- und Unterstrang, von denen ebenfalls Zweige in die Blätter abgegeben werden. Bemerkenswerth bei vielen Farnen ist das dunkelbraune harte Sclerenchym (§. 57.), zu welchem sich gewisse Partien des Grundgewebes ausbilden, und welches theils als äußere Rindenschicht den Stamm umzieht (Fig. 81 u. 82, s_1), theils als feste Scheiden die einzelnen Fibrovasalstränge umhüllt (Fig. 81, s), theils in Form gesonderter Platten auftritt, wie deren zwei, eine obere und untere, im Querschnitt des Stammes von *Pteris aquilina* (Fig 82, s) sichtbar sind.

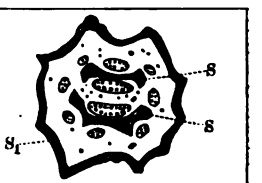


Fig. 82.

Querdurchschnitt des kriechenden **Farnstammes** von *Pteris aquilina*, schwach vergrößert. Man erkennt einen äußern Kreis von Fibrovasalsträngen und zwei breite innere Stränge, die zwischen sich und dem äußeren Kreise je eine Platte dunklen Sclerenchyms s haben. Die Peripherie des Stammes ist von einer durch die äußere Rinde gebildeten Sclerenchymschicht s_1 umgeben.

C. **Gefäßbündelverlauf im Blatte.** Der Fibrovasalstrang kann in der Weise, wie er aus dem Stamme austritt, auch bis zur Spitze des Blattes ungetheilt und einfach verlaufen, wie z. B. in den Nadeln der Coniferen, wo jedes Blatt einen einzigen solchen Strang erhält. Mit zunehmender Größe und Flächenausbreitung des Blattes tritt aber eine reiche Verzweigung der Blattspurstränge und eine complicirte Vertheilung der Zweige derselben im Blatte ein. Schon an der Austrittsstelle der Blattspuren im Knoten des Stengels können Verzweigungen sich bilden, die nicht in das Blatt austreten, nämlich dem Knoten eigen sind, indem sie einen Gürtel von queren oder bogigen Verbindungen zwischen den austretenden Blattspursträngen darstellen, oder indem sie auch in der Rinde abwärts steigen und hier ein eigenes netzförmig anastomosirendes Bündelnetz bilden. Letzteres in den Stengeln mancher Succulenten, wie *Salicornĭa*, *Mesembryanthĕmum*-Arten und Cacteen. Auch gehören die laubartigen Kanten sogenannter geflügelter Stengel hierher, in denen sich von dem Knoten aus ein solches Netz ausbreitet, welches ganz demjenigen in wirklichen Blättern gleicht.

Die Nebenblätter empfangen ihre Fibrovasalstränge entweder als Zweige der in das Hauptblatt austretenden Bündel oder der Querbögen der Knotenanastomosen (z. B. bei Rubiaceen) oder endlich als besondere Stränge der mehrsträngigen Blattspur (z. B. bei *Humŭlus lupŭlus*, bei *Viŏla*).

Im Hauptkörper des Blattes hängt der Gefäßbündelverlauf in erster Linie von der Gestalt desselben, in zweiter von der Vertheilung und Ausbildungsform der verschiedenen Arten des Grundgewebes ab, welche in inniger Beziehung stehen zu der Lebensweise und zu der Function, für welche das Blatt bestimmt ist; er ist daher ebenso mannigfaltig wie diese Verhältnisse. Indem wir den anatomischen Bau des Blattes bei der Betrachtung des Grundgewebes (§. 58.) näher erläutern,

deuten wir von den hier einschlagenden Verhältnissen nur an, daß bei stielrunden, §. 56.
ringsum gleichgebauten Blättern auch die Fibrovasalstränge ähnlich wie in einem Stengel in einem Kreise geordnet sein können, der ein Mark einschließt, welches hohl werden kann, wie in den Blättern der Zwiebeln, ferner daß im Blattstiele die Gefäßbündel ebenso wie in der Mittelrippe, die die Fortsetzung jenes bildet, der Länge nach gegen die Blattspitze zu verlaufen und je nach der Form desselben, bald in einem flachen Streifen, bald in einer oben offenen Rinne, bald in einen oder mehrere enge Kreise geordnet sind. Von diesen Bündeln zweigen sich Aeste ab, die in die Laubausbreitungen des Blattes eintreten.

Die Anordnung der Gefäßbündel in den Blattflächen ist gleichbedeutend mit der Nervatur des Blattes, weil die Gefäßbündel in den Rippen, Nerven und Adern des Blattes verlaufen. Indem wir uns daher auf das beziehen, was in der Morphologie über diese Verhältnisse gesagt ist, fügen wir hier nur noch folgendes hinzu. Bei streifigem Verlauf der Nerven, wo diese vom Grunde des Blattes gegen die Spitze oder von der Mittelrippe gegen den Rand nahezu parallel verlaufen, endigen sie blind an der Spitze oder am Rande oder sie verbinden sich dort bogenförmig einer mit dem andern. Gewöhnlich sind sie auf ihrem Verlaufe stellenweis durch quere Aestchen leiterförmig verbunden. Bei netzaderigem Verlaufe sind die Bündel gewöhnlich federförmig in allmählich immer dünnere Aestchen verzweigt. Diejenigen der letzten Ordnung sind zu polygonalen oder bogigen Netzmaschen verbunden. Von diesen Maschen entspringen die letzten feinsten Zweige, welche in dem von der Masche umschlossenen Felde, oft nach abermaliger geringer Verzweigung blind aufhören (Fig. 83.).

Fig. 83.

Verlauf der Gefäßbündel im Blatte von *Syringa vulgaris*. Die letzten Zweige der Gefäßbündel bilden polygonale netzförmige Maschen, in denen die feinsten Enden der Gefäßbündel a a a blind endigen. 100fach vergrößert.

D. **Verbindung des Gefäßbündelsystems der Zweige mit dem des Stammes.** Bei den Seitenzweigen, die aus der Achsel der Blätter einer Hauptaxe entspringen, setzt sich das Gefäßbündelsystem an der Insertionsstelle des Zweiges an dasjenige der Hauptachse an, derart daß sich seine Bündel von denjenigen der letzteren abzweigen. Bei den Monokotyledonen, wo ein innerer Cylinder die Gefäßbündel zerstreut stehend enthält, setzen die des Seitensprosses sich entweder an die Oberfläche des Cylinders an, mit den dortigen Bündeln sich vereinigend, oder es treten, wie z. B. bei den Gräsern, zahlreiche Bündel in den Knoten ein, verzweigen sich äußerst reichlich und breiten ihre Aeste über den ganzen Querschnitt des Knotens aus, und setzen sich hier und da an die Bündel des Stammes an. Bei den Dikotyledonen und Gymnospermen öffnet sich meist an der Insertionsstelle des Zweiges der Gefäßbündelring des Stammes in einer weiten Lücke, so daß das Mark desselben mit dem des Zweiges in Communication tritt; die Bündel des Zweiges vereinigen sich an der Basis desselben in einige wenige Stränge, welche sich entweder dem Gefäßbündelringe des Stammes einfügen, indem sie als eigenläufige Stränge bis zu einem tieferen Knoten herablaufen, oder, was der weitaus häufigste Fall ist, sie setzen sich an die die Lücke des Gefäßbündelringes begrenzenden Bündel, zum Theil auch an die in das dort stehende Blatt austretenden Blattspurstränge an. Andere noch vorkommende Arten von Verbindungen sind noch nicht genauer untersucht. Bei Pflanzen mit einfachem centralen Fibrovasalstrang setzt sich derjenige des Zweiges an denjenigen des Blattes, da wo derselbe nach außen biegt, an.

Die Gefäßbündel der endogen entstehenden Bildungen, wie der Adventivknospen und der Seitenwurzeln setzen sich stets an das ihnen zunächst liegende Gefäßbündel des Hauptorganes an.

2. Bau der Gefäßbündel.

§. 57. A. Bestandtheile der Gefäßbündel. Hinsichtlich der Elementarorgane, aus denen die Gefäßbündel zusammengesetzt sind, kommen so große Mannichfaltigkeiten vor, daß für eine allgemein zutreffende Angabe der Bestandtheile nur Siebröhren oder Tracheen, beziehendlich die von den Tracheen nicht wesentlich verschiedenen engeren, prosenchymatischen, gewöhnlich Holzzellen genannten Zellen, übrig bleiben. Ein Gefäßbündel kann nur aus einigen Siebröhren oder aus einigen trachealen Elementen bestehen, während ein vollkommener, completer Fibrovasalstrang sowohl verschiedene Arten Tracheen und Holzzellen, als auch Siebröhren und überdies noch verschiedenartige parenchymatische Elemente enthalten kann. Manche Pflanzen haben überhaupt nur solche unvollständige Fibrovasalstränge, die z. B. nichts als ein Bündel Siebröhren sind. Aber auch ein completes Gefäßbündel kann an verschiedenen Punkten seines Verlaufes seine Zusammensetzung successive ändern, und besonders sind es die Gefäßbündelenden, in welchen der Strang oft eine einfache Zusammensetzung annimmt.

Im ersten Anfange ihrer Entstehung, der im Urmeristem der Pflanzentheile (§. 51.) zu suchen ist, sind alle Fibrovasalstränge von gleicher Beschaffenheit. An den Stellen, wo dieselben entstehen, nehmen die Meristemzellen dadurch, daß ihre Quertheilungen seltener werden, in der Längsrichtung des Bündels gestreckte Form an und wachsen in der Richtung des Querdurchmessers weniger. Es bildet sich also ein Bündel engerer und gestreckter Meristemzellen. Dieses ist der Anfang des künftigen Gefäßbündels und wird Initialbündel oder Procambium genannt, letzteres wegen der Uebereinstimmung seiner Zellen mit dem unten zu erwähnenden Cambium.

Die Beziehung der Procambiumstränge zu der oben (§. 51.) erörterten Differenzirung des Urmeristems ist noch nicht überall festgestellt. In den Wurzeln und in den Stengeln mit einfachem centralen Fibrovasalstrang ist der Procambiumstrang mit dem Plerom identisch. In den Stämmen mit Monokotyledonen-Typus differenziren sich die Stränge im Plerom von dem zu Parenchym sich ausbildenden übrigen Theil des letzteren. Beim Dikotyledonen-Typus stehen sich zwei Annahmen gegenüber: die von Hanstein, welche die im Kreise stehenden Procambiumstränge aus dem peripherischen Theile des Pleroms entstehen läßt, und die von Sanio, welche annimmt, daß der axile Strang des Meristems nur das Mark liefert, während eine dieses umgebende äußere Zone sich wiederum differenzirt in eine peripherische, welche zur Außenrinde wird, und in eine innere, den sogenannten Verdickungsring, in welchem sich die Gefäßbündel erzeugen. Man vergleiche übrigens oben die Schlußbemerkung über das Meristem (S. 98).

Sehr bald nach seiner Entstehung bildet sich der Procambiumstrang zum Gefäßbündel aus. Dies geschieht dadurch, daß die Procambiumzellen die Eigenschaften derjenigen Elemente annehmen, die wir im fertigen Fibrovasalstrange finden. Das junge Gefäßbündel gliedert sich dabei in zwei Gewebecomplexe, die auf dem Querdurchschnitte desselben unterschieden werden. Der eine Theil der Procambiumzellen bekommt verholzte, meist ring-, spiral- oder netzförmig verdickte Membranen und wird meist lufterfüllt, stellt vorwiegend Tracheen dar. Er wird aus diesem Grunde Holztheil, Gefäßtheil oder Xylem[1] genannt. Ein anderer Theil wird zu Siebröhren, oft zugleich noch zu anderen in deren Begleitung auftretenden Zellen und bildet zusammen den Bastheil, Siebtheil oder Phloëm[2]. Die verschiedene Art, wie beide Gewebecomplexe gegen einander orientirt sein können, betrachten wir erst, nachdem wir die Elemente, aus denen beide zusammengesetzt sind, näher beschrieben haben.

Das Xylem läßt mehrere Arten von Elementarorganen unterscheiden, die bei der Mehrzahl der Pflanzen in wesentlich derselben Form angetroffen werden. Die zuerst sich bildenden sind überall durch ring- und spiralförmige Wandverdickung, durch relative Enge und, da sie die ganze Streckung des Pflanzentheiles von Anfang an mit erleiden, durch große Länge charakterisirt. Bei den meisten Pflanzen stellen sie echte Ring- und Spiralgefäße (§. 44.) dar; überall sind sie jedoch nicht zu Gefäßen verbunden, z. B. bei den Coniferen haben sie den Charakter sehr langer prosenchymatischer Zellen (Tracheïden), was jedoch nur einen unwesentlichen Unterschied ausmacht. Auf diese Organe folgen, in der Regel wenn die Streckung des

1) Von ξύλον Holz. 2) von φλοιός Baumrinde, Bast.

Pflanzentheils ihr Ende erreicht hat, Gefäße beziehendlich Tracheïden mit dichter ge- §. 57.
stellten Spiralfasern, dann Netz-, Treppen- und Tüpfelgefäße (§. 44.), von denen oft einige das Maximum der Weite erreichen. Ist das Gefäßbündel klein, so besteht das Xylem oft nur aus wenigen Gefäßen. Größere Bündel enthalten zahlreiche Gefäße beziehendlich Tracheïden, und in solchen kommen auch oft neben den weiten Gefäßen noch enge, spärlich getüpfelte prosenchymatische Zellen, Holzzellen oder Holzfasern (S. 132) vor. Außerdem enthält das Xylem fast ausnahmslos enge parenchymatische Zellen, bald in geringer, bald in größerer Anzahl (Holzparenchym, S. 132), und es kann vorkommen, daß diese Zellen unverholzte Membranen behalten.

Das Phloëm besteht aus Siebröhren (§. 45.) und aus engeren, gleichfalls zartwandigen, gestreckten Zellen mit Cellulosemembranen und Protoplasmainhalte. Diese von den Siebröhren zu unterscheidenden Zellen werden als Cambiform bezeichnet, wegen ihrer großen Aehnlichkeit mit den in manchen Gefäßbündeln vorhandenen Cambiumzellen (S. 116), von denen sie sich aber jedenfalls dadurch unterscheiden, daß sie kein Meristem mehr sind. Bei sehr vielen Pflanzen sind die zuerst sich bildenden Elemente des Phloëms, die daher das letztere nach außen begrenzen, von den Siebröhren und Cambiformzellen wesentlich verschieden: sogenannte Bastfasern oder Sclerenchymfasern[1], d. s. langgestreckt prosenchymatische Zellen mit sehr stark verdickter Membran, durch deren Verdickung das Lumen der Zelle oft verschwunden ist. Diese zähen Fasern sind es, welche bei manchen Pflanzen zu Gespinnsten verwendet werden (Hanf, Flachs, Nessel). Außerdem finden sich auch im Phloëm ähnliche aber unverholzte Parenchymzellen, wie im Xylem. Zum Unterschied von den Bastfasern nennt man den übrigen, aus Siebröhren, Cambiform und Parenchymzellen bestehenden Theil des Bastes Weichbast. Bastfasern sind kein nothwendiger Bestandtheil des Phloëms, sie fehlen oft. Weichbast dagegen ist jedem Phloëm eigen.

Gegen das umgebende Gewebe sind die Fibrovasalstränge bisweilen scharf abgegrenzt. Dies geschieht oft durch eine schon zum Grundgewebe gehörige, daher bei diesem (§. 58.) zu erwähnende sogenannte Gefäßbündelscheide, die aus eigenthümlichen, meist dickwandigen Zellen besteht. Bisweilen wird eine solche Scheide von den Bastfasern des Gefäßbündels selbst gebildet, und es läßt sich nicht bestimmt angeben, wie weit man solche Scheiden zum Fibrovasalstrange oder zu seiner Umgebung rechnen soll.

B. Stellung von Xylem und Phloëm. Auf dem Querschnitte durch das Gefäßbündel erkennen wir die Vertheilung und Anordnung der Bestandtheile desselben. Zwar lassen sich viele der vorher beschriebenen Merkmale der verschiedenen Elementarorgane nur auf einem Längsschnitt durch das Gefäßbündel studiren (Fig. 85, C.). Aber die Querschnitte genügen, um Xylem und Phloëm zu erkennen, ersteres an den verholzten Membranen seiner Gefäße und Zellen, letzteres an den zarten, dünnwandigen, safterfüllten Zellen des Weichbastes und den ungemein stark verdickten Sclerenchymfasern. Wir finden nun, daß die Anordnung von Xylem und Phloëm, wie sie in einem Fibrovasalstrange mit einander verbunden sind, verschieden sein kann, und darnach unterscheiden wir die Fibrovasalstränge in 1) collaterale, 2) concentrische und 3) radiale oder strahlige.

1) Collaterale Gefäßbündel. Dieses ist die verbreitetste Form, charakteristisch für die Fibrovasalstränge im Stamme und in den Blättern fast aller Phanerogamen und im Stamme der Equisetaceen und Ophioglosseen. Xylem und Phloëm grenzen hier mit einer Fläche der Länge nach an einander und sind in der Regel so orientirt, daß mit Rücksicht auf den Stamm, in welchem sie verlaufen, das Xylem der Mitte, das Phloëm der Peripherie zugekehrt ist, jenes also nach innen, dieses nach außen liegt (Fig. 85, A). Beim Austritt in die Blätter behalten die Blattspuren häufig die Orientirung der beiden Gewebe bei, so daß wenn die Gefäßbündel in Blättern von der gewöhnlichen Form sich verbreiten, überall das Xylem nach der Oberseite, das Phloëm nach der Unterseite des Blattes gekehrt ist. In den Stämmen mit ringförmiger Anordnung der Gefäßbündel, also

1) Zusammengesetzt aus σκληρός trocken, hart und ἔγχυμα das Eingegossene.

§. 57. namentlich bei den Dykotyledonen, hat die collaterale Orientirung die weitere Folge, daß sämmtliche Holztheile in einer das Mark zunächst umgebenden Ringzone, sämmtliche Basttheile in einer dieser außen angrenzenden liegen. Jene wird daher als Holzring, Holzkörper, diese als Bastring, Bastzone oder Bast, oder auch als Innenrinde bezeichnet. Hier ist es allgemeine Regel, daß das Xylem zuerst seine Ausbildung an der dem Marke anliegenden Seite beginnt; dort liegen stets die ältesten engen Ring- und Spiralgefäße. Das Phloëm aber bildet seine ersten Elemente an der entgegengesetzten, der Rinde angrenzenden Seite. So schreitet die Umwandlung der Meristemzellen einerseits in Holz-, andererseits in Bastelemente gegen einander fort. Dies kann sich bis zur Berührung von Xylem und Phloëm fortsetzen. Häufig aber bleibt beim Dikotyledonentypus eine mittle Zone zwischen jenen beiden Geweben dauernd im Zustande des Meristems; die Zellen desselben werden jetzt Cambiumzellen genannt und bilden den dritten Bestandtheil des Gefäßbündels, der analog wie man von Bast- und Holzring redet, mit denen der übrigen Bündel zu einem Cambiumring vereinigt gedacht werden und sich auch thatsächlich vereinigen kann (wie in Fig. 85, A u. B, wo bereits mittelst dieses Cambiumringes c c der unter §. 59. zu besprechende secundäre Zuwachs erfolgt).

Die Gefäßbündel der meisten Monokotyledonen sind zwar auch collaterale von im Wesentlichen gleicher Orientirung, aber sie unterscheiden sich von denen der Dikotyledonen erstens dadurch, daß kein Meristem als Cambium zurückbleibt, sondern ganz in Xylem und Phloëm aufgeht, zweitens darin, daß meistens die an der peripherischen Seite des Bündels stehende Gruppe von Bastfasern die Siebröhren und Cambiformzellen in einem Bogen umspannt, indem sie unmittelbar

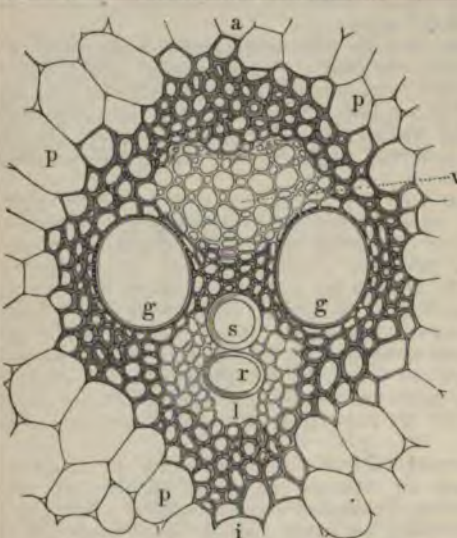


Fig. 84.

Querdurchschnitt durch einen collateralen Fibrovasalstrang des Maisstengels, zeigt den monokotyledonen Typus des Gefäßbündelbaues. a die nach außen, i die nach innen gekehrte Seite des Stranges, ppp das Stengelparenchym. Das ganze Gefäßbündel ist ringsum von einer Scheide aus Bastfasern umgeben. r ältestes Ringgefäß; l luftführender Intercellulargang, entstanden durch Zurückweichen der umliegenden Zellen von dem Ringgefäß, s Spiralgefäß. g g große Tüpfelgefäße. v Siebröhren u. Cambiform. Ungefähr 360 fach vergrößert. Nach Sachs.

bis an das Xylem reicht oder auch als eine vollständige Scheide den ganzen Fibrovasalstrang umschließt (Fig. 84.). Endlich zeigt auch die Form des Xylems sehr häufig insofern eine Eigenthümlichkeit, als die an die zuerst entstehenden Ring- und Spiralgefäße (Fig. 84, r u. s) sich anlegenden Tracheen in zwei wie die Schenkel eines V divergirenden Reihen liegen, in denen allmählich weitere Gefäße auf einander folgen oder die nur mit je einem ungemein weiten Gefäß endigen oder überhaupt nur ein einziges dergleichen besitzen (Fig. 84, g g). Zwischen diesen beiden Reihen stehen entweder enge Holzzellen, oder der Phloëmtheil ist dazwischen

§. 57.

Fig. 85.

A Querdurchschnitt des Stengels von *Bidens tripartita*, 20fach vergrößert; r Rinde, m Mark, g Gefäßbündel, c Cambiumring.

B Querschnitt und

C radialer Längsschnitt durch eines der **Gefäßbündel**, 200fach vergrößert. In beiden bedeutet e Epidermis, r Rinde, b Baſtfaſern, wb Weichbaſt, c Cambium, h Holzzellen, tg Tüpfelgefäße, lg Treppengefäße, sg Spiralgefäße, rg Ringgefäße, m Mark.

§. 57. eingeschlossen (v in Fig. 84.). Uebrigens zeigt das Gefäßbündel bei den Monokotyledonen oft an verschiedenen Stellen seines Verlaufes Veränderungen des Baues, insofern als oft an der Ursprungsstelle und im unteren Theile des Verlaufes im Stamme das faserförmige Phloëm vorherrscht und das Xylem mehr zurücktritt, nach oben hin der Bau sich allmählich umkehrt, so daß das Xylem durch die Größe seiner Gefäße vorherrschend wird. Eine bei den Monokotyledonen häufig vorkommende, wenn auch nicht auf sie beschränkte Eigenthümlichkeit des Fibrovasalstranges ist die Entstehung eines Intercellularganges an der Stelle, wo die ersten Ringgefäße sich befinden; das die letzteren umgebende Gewebe weicht infolge stärkerer Ausdehnung von dem Gefäße zurück, dessen Ringe dann an der Wand des Ganges hängen bleiben (Fig. 86, l).

Als doppelt collateral sind diejenigen Gefäßbündel zu bezeichnen, welche auch an der nach innen gekehrten Seite des Xylems einen Siebtheil besitzen, den man bei diesen Pflanzen auch als innere oder markständige Bastbündel bezeichnet hat. Dieses ist bei vielen Dikotyledonen der Fall, wie bei Solanaceen, Asclepiadeen, Apocyneen, Melastomaceen, Cichoriaceen, Cucurbitaceen und manche Myrtaceen.

2) Concentrische Gefäßbündel, d. s. solche, bei denen der eine der beiden Theile, Xylem oder Phloëm, die Mitte des Bündels einnimmt und von dem anderen rings umgeben wird. Der gewöhnlichste Fall, daß der Gefäßtheil in der Mitte liegt, ist charakteristisch für die meisten Farne und Selaginellen (Fig. 86.). Die im Querschnitte kreisrunden bis band- oder plattenförmigen Fibrovasalstränge enthalten in ihrer Mitte einen der Gesammtform des Bündels meist ziemlich gleichgestalteten Gefäßtheil, welcher hauptsächlich aus weiten Treppengefäßen (Fig. 86, g) besteht,

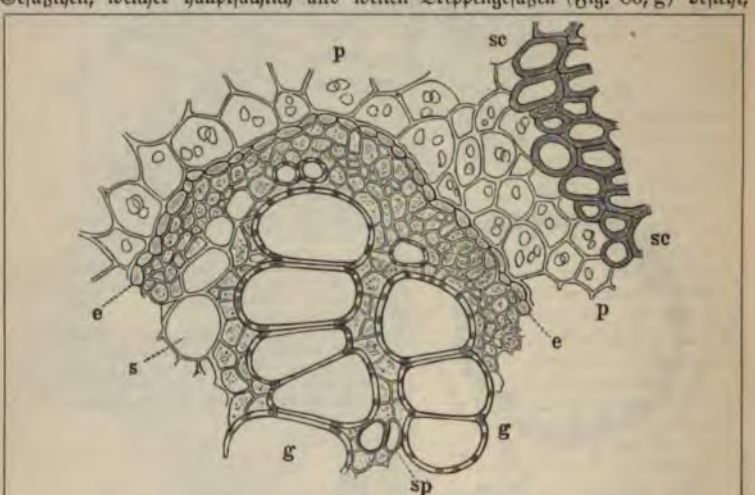


Fig. 86.

Querschnitt durch ein Stück des Fibrovasalstranges von *Pteris aquilina*, welcher ein concentrisches Gefäßbündel darstellt, weil das Xylem, bestehend aus Spiralgefäßen (sp) und Treppengefäßen g, in der Mitte liegt, vom Phloëm (mit den Siebröhren s) umgeben ist. e e die Gefäßbündelscheide. p Grundparenchym mit großen Stärkekörnern in den Zellen. sc Sclerenchym. 200fach vergrößert.

zwischen denen einige enge Spiralgefäße sich befinden, welche bei der Entstehung des Bündels zuerst sichtbar werden. Bisweilen kommen auch zwischen den Gefäßen enge Parenchymzellen vor (Fig. 86, zwischen g u. g). Die ringförmige Zone des Phloëms besteht aus einer einfachen oder doppelten Lage von Siebröhren, denen sich außen bisweilen dickwandige Bastfasern anschließen; gewöhnlich folgt dann noch eine Schicht Parenchymzellen und zu äußerst eine einschichtige Gefäßbündelscheide aus abgeplatteten, verkorkten Zellen (Fig. 86, e).

3) **Radiale Gefäßbündel**, von der vorigen Art nicht wesentlich und nur dadurch unterschieden, daß der Gefäßtheil auf dem Querschnitte mehrere Streifen bildet, welche von der Mitte radial ausgehen, und zwischen welchen das Phloëm ebensoviele, mit ihnen abwechselnde Streifen bildet. Die Ausbildung des Gefäßbündels beginnt hier an der Peripherie und schreitet centripetal fort; es liegen immer an den peripherischen Enden der Strahlen die spiralig verdickten Erstlingsgefäße. Ein radial gebautes Gefäßbündel ist meistens ein einfacher centraler Strang (S. 109.). Dieser Typus ist charakteristisch für die Stämme der Lycopodiaceen und für die meisten Wurzeln der Pflanzen aller Klassen. Der centrale Strang der Lycopodiaceen (Fig. 87.) enthält mehrere Platten von Xylem, welche bald zu einem im Querschnitt sternförmigen Körper in der Mitte vereinigt, bald getrennt und so angeordnet sind, daß sie ihre Kanten mit Bezug auf den ausgeprägt bilateralen Bau (§. 8.) dieser meist niederliegenden oder schief wachsenden Stämme §. 57.

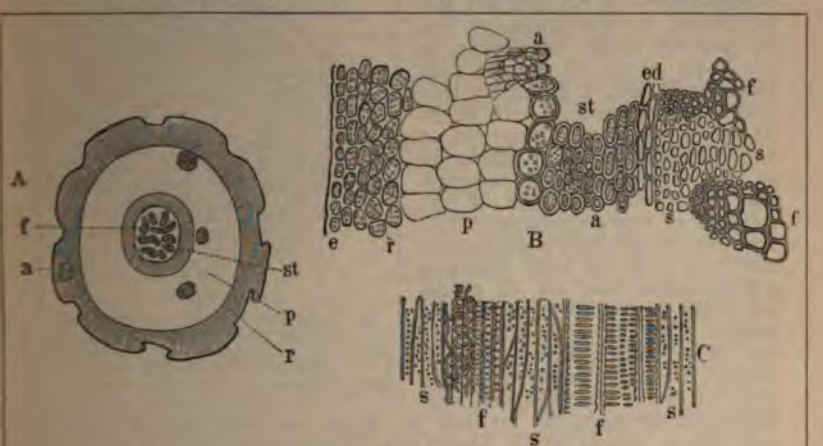


Fig. 87.

Radiale Gefäßbündel im Stengel von *Lycopodium clavatum*. A Querschnitt des Stengels, 25fach vergrößert. B Stück eines Querschnittes des Stengels, 300fach vergrößert. C Stück eines Längsschnittes durch den centralen Strang, 500fach vergrößert. Bezeichnung in allen drei Figuren: f Platten von Xylem im centralen Strange, s Siebtheil des centralen Stranges, ed Gefäßbündelscheide, st innere engzellige stärkemehlführende Schicht des Rindeparenchyms, p weitzellige, stärkelose mittlere Schicht, r äußere, engzellige und stärkemehlführende Schicht des Rindeparenchyms, e Epidermis, a durch die Rinde nach den Blättern laufende Fibrovasalstränge.

rechts und links kehren. Die Platten sind stellenweise unter einander in mannichfaltig wechselnder Weise verbunden, so daß Verbindung und Trennung an verschiedenen Abschnitten des Verlaufes geändert sind. An den Kanten, von welchen sich die nach den Blättern gehenden Bündel abzweigen, liegen die spiralig verdickten engen Erstlingsgefäße; der größere übrige Theil der Xylemplatten besteht aus weiteren Treppengefäßen. Der Siebtheil liegt sowohl zwischen den Platten als auch im Umfange des Xylems, wodurch dieser Typus sich dem concentrischen der Farne nahe anschließt, zu welchem auch Uebergänge gegeben sind durch die Fibrovasalstränge der Selaginellen, die von denen der Lycopodiaceen hauptsächlich nur durch ihre einfache Xylemplatte unterschieden sind.

In den meisten Wurzeln ist der einfache, centrale, gewöhnlich von einer Gefäßbündelscheide umgebene Strang von regelmäßig radialem Baue, indem er eine bestimmte Anzahl radialer Gefäßstrahlen enthält, deren peripherische Kanten sämmtlich in gleichen Abständen von einander liegen (Fig. 88.). Von diesen Punkten aus bilden sich die Gefäßplatten in centripetaler Entwickelungsfolge und stoßen entweder in der Mitte zusammen oder erreichen diese nicht. Mit ihnen alterniren

§. 57. ebensoviele Siebtheile von gleicher Anordnung. Außerdem befindet sich zartes Parenchym zwischen den Gefäß- und Siebtheilen und, wenn diese in der Mitte nicht zusammenstoßen, auch im Centrum, wo es als das enge Mark der Wurzel betrachtet wird; auch liegt solches zartes Gewebe in einer einfachen oder doppelten Lage an der Peripherie des ganzen Bündels und wird hier als Pericambium bezeichnet. Um dasselbe geht unmittelbar die vom Grundgewebe gebildete Gefäßbündelscheide. In den Gefäßplatten folgen sich von außen nach innen die zuerst entstandenen engen, dann die weiteren Gefäße, bisweilen auch unterbrochen durch eingeschobene parenchymatische Zellen. Die Zahl der Gefäß- und Siebstrahlen ist an den Wurzeln einer und derselben Pflanze um so kleiner, je dünner die Wurzel ist. Die Hauptwurzeln der meisten Dikotyledonen haben 2, 3, 4, seltener 6 oder 8 Xylemstrahlen, wobei eine Ebene von zwei gegenüberliegenden Strahlen mit der Medianebene der beiden Kotyledonen zusammenfällt. In den meist sehr starken Wurzeln der Monokotyledonen steigt die Zahl der Gefäß- und Siebstrahlen von 5 bis 10 auf 20, 50 und mehr. Bisweilen ist hier, z. B. bei den Gramineen, das Pericambium durch die Gefäßstrahlen unterbrochen, indem diese an ihren peripherischen Kanten unmittelbar an die Gefäßbündelscheide angrenzen. Das interstitielle Parenchym ist hier manchmal zu einem Sclerenchym (S. 126.) umgewandelt, entweder die gesammte Gewebemasse, z. B. bei vielen Cyperaceen und Gramineen, oder nur die zwischen den Gefäß- und Siebstrahlen liegenden Partien, z. B. bei *Smilax*, Orchideen- und vielen Palmenwurzeln. Und bei manchen Aroideen, Pandaneen, Musaceen, Dracänen ꝛc. kommen in dem sclerenchymatischen Gewebecylinder innerhalb des Ringes der Gefäß- und Siebstrahlen noch zerstreut stehende Gefäße sowohl wie Phloëmgruppen vor. Auch in den Wurzeln der Gefäßkryptogamen zeigt sich der beschriebene allgemeine Wurzeltypus des Gefäßbündelbaues; abweichend sind die Wurzeln der Selaginellen, Lycopodien, von *Isoëtes* und *Ophioglōssum* insofern, als sie nur einen Gefäßtheil und einen Siebtheil haben, von denen oft jener die eine, dieser die andere Seite des Bündels einnimmt.

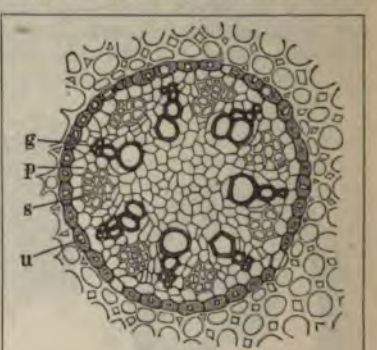


Fig. 88.
Radiale Gefäßbündel einer Wurzel von *Primula auricula*, im Querschnitt. g Gefäßstrahlen, s Siebgruppen, p Pericambium, u Gefäßbündelscheide. 150fach vergrößert. Nach de Bary.

C. Bau der Gefäßbündelenden und -verbindungen. Die letzten Enden der Gefäßbündel, welche theils an der Blattspitze und am Blattrande, theils in den Adermaschen der Blattfläche gefunden werden (S. 113), sind im Vergleich mit den Hauptstämmen der Gefäßbündel von viel einfacherem Baue. Je mehr die Stärke derselben bei der fortschreitenden Verzweigung in der Blattfläche abnimmt, desto geringer wird die Zahl, aber auch die Größe der Elemente von Xylem und Phloëm. In den letzten Verzweigungen und deren blinden Enden finden sich keine Siebröhren mehr, das Bündel besteht nur aus wenigen kurzen, engen, spiralig oder netzförmig verdickten Tracheïden. Diese letzten Enden grenzen daher unmittelbar an das chlorophyllhaltige Parenchym, in welchem die Bündel verlaufen. Bisweilen tritt an der Endigung dieses Stranges wieder eine Verbreiterung ein, indem die Zahl und wohl auch die Breite der Gefäßzellen zunimmt. Kolbig angeschwollene Gefäßbündelenden zeigen sich besonders unter den mit Wasserspalten (§. 53.) versehenen oder durch drüsige Structur und Secretion (S. 102) ausgezeichneten Stellen der Epidermis in den Spitzen der Blätter und Blattzähne und anderer Stellen. Dabei finden sich zwischen den Tracheïden diesen gleichgestaltete, aber glattwandige, zarte Zellen, welche in dem Maße als jene verschwinden, zahlreicher werden und so in eine Gruppe kleiner, zarter Zellen übergehen, welche das Gefäßbündelende begrenzt

und von der Epidermis unmittelbar bedeckt wird, und welche de Bary Epithema[1] §. 57.
nennt. Sie ist an den genannten drüsigen Stellen der Blätter ein allgemein vorkommendes, von dem übrigen Parenchym mehr oder weniger deutlich gesondertes Organ.

Bei den streifenförmig verlaufenden Gefäßbündeln der meisten Monokotyledonenblätter, wo statt der freien Bündelenden in der Blattfläche leiterförmig quere Verbindungsästchen zwischen den Nerven sich befinden, haben diese den analogen einfachen Bau wie jene, d. h. sie bestehen nur aus wenigen Reihen von Tracheiden.

In den Nadeln der Coniferen, welche nur einen unverzweigten Fibrovasalstrang enthalten, wird dieser auf seiner ganzen Länge, gleichsam zum Ersatz der feineren Verzweigungen, von einem Gewebe kurzer, weiter, netzförmig oder tüpfelförmig verdickter Tracheiden begleitet, welches dem Rande des Gefäßtheiles angrenzt.

In einer ähnlichen Weise durch kurze, netz- oder tüpfelförmig verdickte Tracheiden geschieht die Endigung der Gefäßbündel in den Haustorien der phanerogamen Parasiten, d. h. in den Organen, mit welchen diese sich an ihre Nährpflanze ansetzen. Diese Tracheidenstränge legen sich dem Xylem eines Gefäßbündels der Nährpflanze an, so daß die Grenze zwischen den Gefäßen der letzteren und denen des Parasiten schwer zu bestimmen ist (Weiteres unter Parasiten).

In den Wurzelspitzen kann man von eigentlichen Gefäßbündelenden nicht reden, da die Gefäßbündel hier allmählich in das Meristem des Vegetationspunktes übergehen und durch dieses fortgebildet werden.

Bei der Verbindung eines Gefäßbündels mit einem anderen kommen ebenfalls Veränderungen im Baue derselben vor, besonders wenn beide verschieden orientirte Gewebe haben. So besonders beim Uebergang der Hauptwurzel in den Stengel der Dikotyledonen und Gymnospermen, denn jene hat ein centrales Bündel mit radial vertheiltem Xylem und Phloëm, dieser einen Kreis collateral gebauter Bündel. Hier setzen sich die Erstlingsgefäße aus den Bündeln des Stengels continuirlich in den Wurzelstrang fort, so daß sie sich allmählich in die neue peripherische Stellung des centralen Wurzelbündels verschieben, womit sich zugleich eine entsprechende Verschiebung der übrigen Elemente der Bündel vollzieht. — Am Ursprung der Seitenwurzeln an den Hauptwurzeln, wo erstere an der Außenseite des Gefäßbündels der letzteren entstehen, setzen sich die Gefäßplatten der beiderseitigen Bündel und ebenso die Siebstränge aneinander an. Wenn, wie bei Gräsern, die Seitenwurzeln nicht vor den Gefäßplatten, sondern vor den Siebsträngen entspringen, so setzen sich die Gefäßplatten der Seitenwurzel an die beiden nächstseitlichen der Hauptwurzel an. — Außerdem ist an den Insertionsstellen seitlicher Glieder allgemein eine geringere Länge der dort befindlichen Theile der Gefäßbündel zu bemerken, weil an den Orten, wo sie entstehen, keine erhebliche Streckung des Organes stattfindet.

D. Unvollkommene Gefäßbündel. Der im Vorhergehenden beschriebene Bau der completen Gefäßbündel kommt nur solchen Pflanzen zu, welche mit einem größeren Theile ihres Körpers, besonders mit den Blättern in der Luft ausgebreitet sind. Mit der Größe dieser in der Luft befindlichen Laubfläche nimmt die Ausbildung des Gefäßbündels ab, und erreicht bei denjenigen Wasserpflanzen, deren Blätter ganz unter Wasser leben, den einfachsten Grad. Diese Reduction bezieht sich fast allein auf das Xylem. Die Bündel solcher Wasserpflanzen enthalten entweder nur anfangs einige wenige Ring- und Spiralgefäße, die aber sehr bald verschwinden, indem der oben beschriebene Intercellularkanal, der hier mit Wasser erfüllt ist, an ihre Stelle tritt; so bei Potamogetoneen, deren Gefäßbündelverlauf oben (S. 110) beschrieben wurde und wo bisweilen nur in den Internodien die Gefäße verschwinden und in den Knoten sich erhalten. Oder es fehlen von Anfang an alle trachealen Elemente, und das Bündel besteht nur aus Siebröhren und zarten, gestreckten Parenchymzellen, zwischen denen oft ebenfalls ein oder mehrere Intercellularkanäle sich bilden, die durch Auflösung von Reihen übereinander stehender Zellen entstehen; so bei dem einfachen centralen Strang von *Najas* und *Ceratophyllum* (Fig. 89.). Andere Wasserpflanzen, wie die meisten Lemnaceen, Utricularien ꝛc. behalten dauernd einige wenige Ring- und Spiralgefäße in ihren Fibrovasalsträngen. Das fast kugelige kleine Laub der *Lemna arrhiza* hat dagegen gar kein Gefäßbündel, besteht nur aus Parenchym.

1) Epithema Decke.

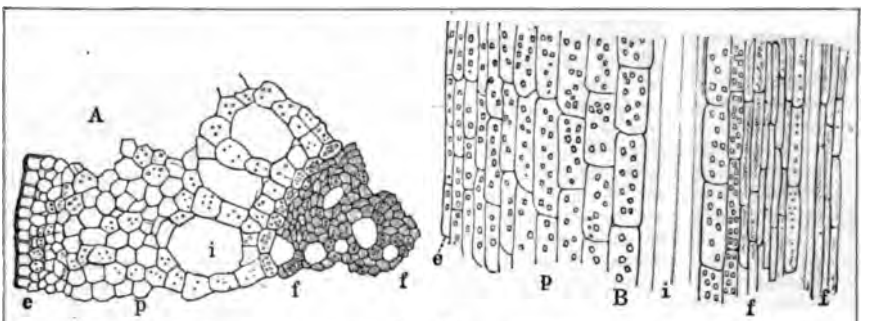


Fig. 89.

Unvollkommenes centrales Gefäßbündel im Stengel von *Ceratophyllum*. A Quer-, B Längsschnitt des Stengels, vergrößert. f Gefäßbündel, ohne tracheale Elemente, mit mehreren Intercellularkanälen; p Rindeparenchym mit großen Luftkanälen i; e Epidermis.

Literatur über Gefäßbündel: H. v. Mohl, De Palmarum structura, München 1831. Vermischte Schriften, pag. 108 ꝛc. und Bot. Zeitung 1855, pag. 873. — Schacht, Lehrbuch d. Anatomie u. Phys. d. Gewächse. I. pag. 216, 307. — Nägeli, Beiträge z. wiss. Bot. Leipzig 1858. I. — Hanstein, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. I. pag. 233. — Sanio, Bot. Zeitung 1863. Nr. 12. — Frank, Bot. Zeitung 1864, Nr. 22 ff. und Nr. 50 ff. — Mettenius, Abhandl. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. IX. — van Tieghem, Ann. des sc. nat. 5. sér. T. XIII. — Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monokotyledonen. Stuttg. 1876. — de Bary, Vergleichende Anatomie, Leipzig 1877, pag. 243—418.

IV. Grundgewebe oder Grundparenchym (§. 49.).

§. 58. Derjenige Raum, welcher in den Wurzeln, Stengeln und Blattorganen von dem Hautgewebe (§. 52.) und den Fibrovasalsträngen (§. 55.) freigelassen wird, also bei vielen Pflanzentheilen die Hauptmasse des ganzen Organes, wird von einem Parenchym eingenommen, welches ohne Rücksicht auf seine in den einzelnen Fällen sehr verschiedene Ausbildung, den obigen allgemeinen Namen führt.

Hinsichtlich seiner Orientirung zu den übrigen Geweben, insbesondere nach der Anordnung der Gefäßbündel kann das Grundparenchym in mehrere Regionen geschieden sein, bei deren Bezeichnung nur diese räumliche Beziehung maßgebend ist, während die Beschaffenheit des Gewebes dieser Regionen die verschiedenartigste sein kann. In denjenigen Stengeln, welche einen mit der Oberfläche concentrischen Kreis von Gefäßbündeln enthalten, wie die meisten Dikotyledonen und viele Gefäßkryptogamen, heißt die außerhalb dieses Kreises liegende Zone Rinde (cortex), der innerhalb desselben befindliche Cylinder Mark (medulla), die Parenchymstrahlen, welche zwischen den Gefäßbündeln liegen und Rinde und Mark verbinden, Markstrahlen (radii medullares). Auch bei den Monokotyledonen kann die außerhalb des gefäßbündelführenden Cylinders befindliche Zone als Rinde und das Grundparenchym, in welchem die Gefäßbündel zerstreut stehen, als Mark bezeichnet werden. Auch in den Wurzeln und denjenigen Stengeln, die einen einfachen centralen Fibrovasalstrang enthalten, kann man das gesammte, diesen umgebende Grundgewebe Rinde nennen. In den Blättern ist meist die Anordnung der Fibrovasalstränge nicht derart, daß Rinde und Mark unterschieden werden können; hier pflegt man das gesammte Grundparenchym als Mesophyll[1] zu bezeichnen.

A. Das Mark bildet in den meisten Dikotyledonenstengeln einen im Verhältniß zur Stärke des ganzen Organes und zur Rinde dicken Cylinder. Bei knollig angeschwollenen Stengelorganen (Kartoffelknolle) kommt auch auf ihn der Hauptantheil an der Verdickung des Organes. Im allgemeinen ist er aus weiten, in longitudinale Reihen geordneten, relativ dünnwandigen Parenchymzellen zusammen-

1) Zusammengesetzt aus μέσος in der Mitte und φύλλον Blatt.

gesetzt, welche frühzeitig luftführende Intercellulargänge zwischen sich entstehen lassen. §. 58. Im Centrum des Markes liegen die weitesten Zellen, gegen den Gefäßbündelring zu werden sie enger. Sie bleiben entweder thätige, mit Saft gefüllte Parenchymzellen und sind dann in den überwinternden Theilen oft reich mit Stärkekörnern erfüllt, oder sie werden sehr zeitig inhaltsleer und luftführend. Auch in den Zweigen der Holzgewächse zeigen sie dieses zweifache Verhalten. Das ganze Mark wird leer und trocken bei *Sambucus nigra* und hat deshalb hier weiße, lockere Beschaffenheit. Oder es erleidet nur der mittlere Theil diese Veränderung, der peripherische Theil bleibt activ; so bei *Syringa vulgaris*, *Berberis vulgaris*, oder in dem leeren Mittelstheile verbleiben active Partien, wie bei *Pyrus malus*, *Sorbus aucuparia* ꝛc.; oder das gesammte Mark bleibt activ, wie bei *Quercus*, *Fagus*, *Betula*. Auch hier sind die activen Markzellen, die gewöhnlich etwas verdickte, getüpfelte Membranen haben, im Winter mit Stärkemehl erfüllt. In den einjährigen Stengeln der meisten Kräuter zerreißt frühzeitig die aus inhaltsleeren Zellen bestehende Mitte des Markes, die Zellen derselben schrumpfen zusammen, und infolge des fortdauernden Wachsthums des Internodiums bildet sich eine große luftführende Höhlung (§. 48.), die Markröhre, welche gewöhnlich das ganze, Internodium einnimmt, während in den Knoten das Mark als eine gewöhnlich von Fibrovasalsträngen durchzogene Querplatte erhalten bleibt, wie in den Stengeln der Umbelliferen und der Gräser.

B. Die Rinde (Fig. 85. r) besteht entweder gänzlich oder mit Ausnahme der gleich zu erwähnenden anders gebauten Partien aus lebend bleibenden, saftreichen, meist chlorophyllhaltigen, dünnwandigen Parenchymzellen, welche in Längsreihen geordnet sind und immer luftführende Intercellularen zwischen sich haben, entweder nur enge Intercellulargänge (S. 89.) oder weitere Luftkanäle (S. 89.), letzteres besonders bei den Wasserpflanzen. Da bei den Dikotyledonen mit kreisförmig angeordneten Gefäßbündeln die Rinde an das Phloëm (§. 57.) angrenzt und dieses vorwiegend oder ausschließlich ebenfalls aus dünnwandigem Parenchym oder diesem ähnlichen Elementen besteht, so ist, besonders im Querschnitt, die Grenze zwischen Rinde und Bast manchmal nicht sehr scharf und beide Gewebe von einander oft weniger unterschieden als beide zusammen vom Xylem. Es wird daher auch oft Rinde und Bast zusammen dem Holzring gegenüber schlechthin Rinde genannt, und man muß dann die eigentliche Rinde, die sich fast immer als eine grüne Zone von dem mehr farblosen Bastringe unterscheidet, als Außenrinde bezeichnen.

Die Rinde der Wurzeln zeigt im allgemeinen dieselben Beschaffenheiten wie die des Stengels, unterscheidet sich aber hauptsächlich durch den Mangel des Chlorophylls in den Zellen.

C. Das Mesophyll oder das ganze Grundparenchym der Blätter, welches den von den Rippen und den Gefäßbündeln des Blattes freigelassenen Raum einnimmt. Es ist besonders ausgezeichnet durch lebhaft grüne Farbe, bedingt durch den Reichthum seiner Zellen an Chlorophyllkörnern, der zusammenhängt mit der wichtigen physiologischen Rolle, welche die Blätter im Leben der meisten Pflanzen spielen. Entweder, namentlich bei dünneren Blättern, ist das ganze Mesophyll (soweit es nicht das unten zu beschreibende Hypoderma bildet) Chlorophyllparenchym. Oder nur die den Oberflächen zunächst gelegenen Schichten sind grün gefärbt, und ein mittlerer Theil besteht aus saftführenden, aber chlorophyllosen Zellen, oder es ist wenigstens eine schwächer grüne Mittelschicht zu unterscheiden; dieses ist besonders bei dickeren Blättern der Fall. In den meisten flachen Laubblättern von dem gewöhnlichen bilateralen Bau, bei welchem wir eine Ober- und eine Unterseite (§. 8.) unterscheiden, zeigt das grüne Mesophyll an beiden Seiten des Blattes einen verschiedenen Bau.

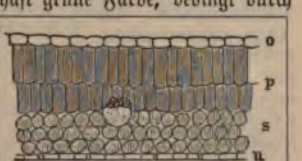


Fig. 90.

Querschnitt durch das Blatt von *Syringa vulgaris*, zeigt den verschiedenen Bau des grünen **Mesophylls** an der Oberseite aus Palisadenparenchym p, an der Unterseite aus Schwammparenchym s. In der Mitte ein durchschnittenes Gefäßbündel. o Epidermis der Oberseite (ohne Spaltöffnungen), u Epidermis der Unterseite (mit Spaltöffnungen). 100fach vergrößert.

§. 58. An der Oberſeite bildet es Palliſadenparenchym (Fig. 90.), d. h. es beſteht aus ſenkrecht zur Oberfläche geſtreckten, länglich prismatiſchen oder cylindriſchen, ziemlich gleichlangen und einander parallel ſtehenden, ſehr chlorophyllreichen Zellen, welche in einer einfachen Lage oder in mehreren Lagen über einander ſtehen, im letzteren Falle in den tieferen Lagen gewöhnlich allmählich kürzer werden. Zwiſchen dieſen Zellen befinden ſich verhältnißmäßig enge Intercellulargänge. An der Unterſeite hat das Meſophyll die Form des Schwammparenchyms (Fig. 90.), d. h. es beſteht aus rundlichen, minder reich mit Chlorophyllkörnern verſehenen Zellen, welche gewöhnlich mit armförmigen Auswüchſen ſich berühren, daher große Intercellulargänge zwiſchen ſich haben und ein lockeres ſchwammartiges Gewebe darſtellen. Das heller grüne Colorit, welches viele Blätter an der Unterſeite haben, hängt hiermit zuſammen. Der ſtärkeren Entwickelung des Intercellularſyſtems in dieſer Hälfte des Meſophylls entſpricht die größere Zahl der Spaltöffnungen an der Unterſeite vieler Blätter (§. 53.). Doch iſt dieſer Bau des Meſophylls nur in ſolchen flach ausgebreiteten Blättern zu finden, welche eine ungefähr horizontale Lage einzunehmen ſtreben, wobei die Oberſeite mit ihrem chlorophyllreichen Palliſadengewebe dem Lichte zugewendet wird. Blätter, bei denen alle Seiten am Lichtgenuſſe gleichmäßig Theil haben, zeigen dieſen Bau nicht. Dies gilt alſo von allen denjenigen, welche ungefähr cylindriſche Geſtalt und dabei verticale Stellung haben oder in den verſchiedenſten Richtungen ſtehen, desgleichen von denen, welche zwar blattförmig flach ſind, deren Ebene aber vertical ſteht. In dieſen Fällen iſt entweder der Bau des Meſophylls ringsum, beziehendlich an beiden Seiten ein ganz gleichförmiger, daſſelbe beſteht entweder aus lauter ziemlich gleichen, chlorophyllreichen Zellen, oder wir ſehen unter der Oberfläche eine gleichförmige Schicht von Chlorophyllgewebe, während der innere Theil des Meſophylls aus farbloſem oder faſt chlorophyllloſem Gewebe beſteht (Fig. 92.) oder auch zugleich eine große Markhöhle enthält, wie bei den Zwiebelblättern. Oder aber wir finden zwar Palliſadengewebe und Schwammparenchym differenzirt, aber beide ſind ringsum gleichmäßig vertheilt, indem ſie viele ſchmale mit einander abwechſelnde Streifen bilden, wobei auch wiederum die Epidermis nur in den über den helleren Streifen des Schwammparenchyms liegenden Theilen Spaltöffnungen zeigt (Fig. 91.). Manche Blätter verdanken ihre cylindriſche oder pfriemenförmige Geſtalt

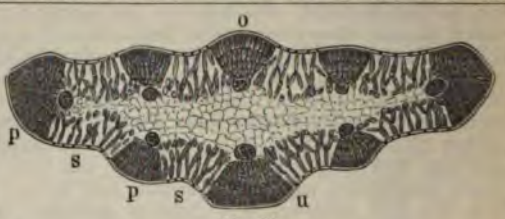


Fig. 91.

Querſchnitt des vertical ſtehenden Blattes von *Asphodelus luteus*, mit gleichem Bau des Meſophylls ringsum, nämlich mit abwechſelnden Streifen von Palliſadengewebe p und Schwammgewebe s. Letzteres in den Furchen des Blattes, und nur über dieſen zeigt die Epidermis Spaltöffnungen. o morphologiſche Ober-, u Unterſeite.

Fig. 92.

Querſchnitt des Blattes von *Hakea latifolia*, welches durch eine Drehung ſeine Fläche in eine Verticalebene ſtellt und dem entſprechend auch gleichen Bau beider Blattſeiten hat, nämlich eine aus zwei Zellenlagen beſtehende Schicht grünen Palliſadengewebes, in der Mitte blaßgrünes Parenchym, in welchem ein durchſchnittener Fibrovaſalſtrang ſichtbar iſt. sc große Sclerenchymzellen. o morphologiſche Ober-, u Unterſeite.

dem Umstande, daß sie zwar von blattartig flacher Form sind, aber sich mit beiden Rändern zusammenrollen, so daß die eine Seite eingeschlossen wird und nur die andere die freie Außenseite bildet. In diesem Falle ist allemal die letztere mit dem chlorophyllreichsten Gewebe ausgestattet und gewöhnlich ohne Spaltöffnungen, während die eingeschlossene Seite ein schwächer grünes, mehr oder minder schwammiges Gewebe bildet und in ihrer Epidermis mit Spaltöffnungen versehen ist (Fig. 93.). Diese Beziehung des Baues des Mesophylls zur Lage der Blattseite §. 58.

Fig. 93.

Querschnitt des Blattes von *Callúna vulgáris*, mit den Rändern nach unten gekrümmt, wodurch die Unterseite u in eine Furche zu liegen kommt, wo die Epidermis allein mit Haaren und Spaltöffnungen versehen ist. Dort, sowie im ganzen Innern, in dessen Mitte ein Gefäßbündel, besteht das Mesophyll aus Schwammgewebe, an der ganzen übrigen Oberfläche aus dichtem Gewebe.

Fig. 94.

Querschnitt des Blattes von *Corynephórus canéscens*. Umgekehrter Bau des Blattes, indem dieses an der Oberseite o zusammengerollt ist. In dieser Furche hat die Epidermis allein Spaltöffnungen und Haare, und darunter besteht das Mesophyll nur aus schwach grünen Zellen. Die auswärts gekehrte Unterseite u hat eine spaltöffnungslose, starke und durch Hypoderma verstärkte Epidermis, unter welcher eine Schicht intensiv grünen Mesophylls gelegen ist.

Fig. 95.

Querschnitt des Blattes von *Passerina filifórmis*. Umgekehrter Bau des Blattes, indem dieses an der Oberseite o zusammengerollt ist, dort eine von Haarfilz erfüllte Furche bildend, wo die Epidermis allein Spaltöffnungen hat und unter ihr Schwammparenchym liegt, während die ganze nach außen gekehrte Unterseite u unter einer sehr dicken, spaltöffnungslosen Epidermis Palissadengewebe hat.

ist eine so strenge, daß er sogar umgekehrt wird, wo die Rollung der Blattfläche die entgegengesetzte wird. Denn manche Blätter sind auch so gerollt, daß die morphologische Oberseite eingeschlossen und die Unterseite zur Außenfläche wird; dann nimmt letztere den eben beschriebenen, gewöhnlich für die Blattoberseiten charakteristischen Bau und dafür die Oberseite denjenigen der Unterseite an (Fig. 94, 95). Diese strenge Beziehung des anatomischen Baues des Blattes zu seiner Lage zum Lichte giebt sich auch noch anderweitig kund, besonders in denjenigen Fällen, wo die morphologische Unterseite flach ausgebreiteter Blätter den stärkeren Lichtgenuß hat. Der letztere Fall trifft allgemein bei den Blattscheiden zu, weil diese nicht ausgebreitet sind, sondern in gleicher Richtung wie der Stengel diesem anliegen oder ihn umschließen; stets hat die Außenseite der Blattscheide, die also der morphologischen Unterseite entspricht, Chlorophyllgewebe unter sich, während die einwärts gekehrte Seite farbloses Parenchym zeigt. Manche flache Blätter haben die Eigenthümlichkeit, durch eine Drehung ihres Grundes sich umzuwenden und die

§. 58. morphologiſche Unterſeite dem Lichte zuzuwenden, wie z. B. bei *Allium ursīnum* und *Brachypodium silvaticum*; hier iſt dementſprechend auch der Bau der beiden Blattſeiten der umgekehrte (Fig. 96.).

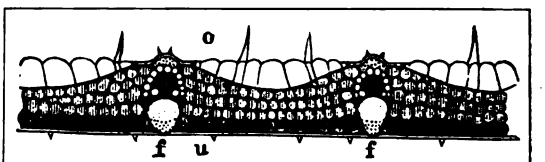


Fig. 96.

Querſchnitt des Blattes von *Brachypodium silvaticum*, welches durch eine Drehung ſeine Oberſeite nach unten kehrt. Demgemäß umgekehrter Bau des Blattes. Die morphologiſche Unterſeite u enthält unter der Epidermis eine intenſiv grüne Meſophyllſchicht. Die morphologiſche Oberſeite o hat Spaltöffnungen zu beiden Seiten der Gefäßbündel f und unter ihrer weitzelligen behaarten Epidermis nur ſchwach grünes Meſophyll.

D. Grenzſchichten des Grundparenchyms. Sehr häufig nimmt das Grundparenchym da, wo es an ungleichartige Gewebe anſtößt, alſo an der Epidermis und an den Gefäßbündeln eine andere Beſchaffenheit an und bildet dadurch diſtincte Schichten oder Scheiden.

1) Hypoderma[1] oder Unterhautgewebe. Bei vielen Pflanzen nimmt die äußere, unmittelbar unter der Epidermis liegende Zone der Außenrinde beziehendlich des Meſophylls eine von dem übrigen Theile der genannten Gewebe abweichende Beſchaffenheit an. Sie iſt charakteriſirt durch Zellen mit ſehr verdickten Membranen und ſpärlicherem Inhalt und durch das Fehlen der Intercellulargänge. Vermöge dieſer Beſchaffenheit bildet dieſe Gewebezone eine harte, feſte Haut um den Stengel und die Blätter und trägt ſo weſentlich zur Feſtigung derſelben bei. Da ſie auf dieſe Weiſe ſowohl in ihrer Lage, wie in ihrer Beſchaffenheit eine Verſtärkung des Hautgewebes (§. 52.) bildet, ſo hat man ſie mit den eingangs genannten Namen bezeichnet. Hinſichtlich der Zellenformen, aus denen das Hypoderma beſteht, müſſen wir folgende Arten unterſcheiden: a) Collenchym[2], wo die Zellen geſtreckt cylindriſch ſind, mit horizontalen Querwänden übereinander ſtehen, Saft und meiſt auch einige Chlorophyllkörner enthalten und beſonders dadurch ausgezeichnet ſind, daß die Membran in den Ecken, wo allemal mehrere Zellen zuſammenſtoßen, viel ſtärker als an den übrigen Stellen verdickt iſt. Dieſe aus reiner Celluloſe gebildeten Verdickungen ſind quellbar und faſt gallertartig, zart geſchichtet (§. 30.) und geben dem Gewebe ein weißes glänzendes Anſehen und eine größere Zähigkeit als ſie das dünnwandige, intenſiv grüne Rindegewebe beſitzt. Doch beſtehen zwiſchen beiden Geweben Uebergänge. Das Collenchym findet ſich vorwiegend in Stengeln krautartiger und in den Zweigen holziger Pflanzen, ſowie in den Blattſtielen und Blattrippen. b) Sclerenchym[3], welches durch meiſt verholzte (§. 31.), gewöhnlich ſehr ſtark verdickte und oft getüpfelte Membranen ausgezeichnet iſt, daher im hohen Grade zur Feſtigung und Härtung der Pflanzentheile beiträgt, in ſeinen Zellformen jedoch die größten Mannichfaltigkeiten zeigt, ſo daß auch zwiſchen collenchymatiſchen und ſclerenchymatiſchen Geweben Uebergänge beſtehen. Die Zellen des Sclerenchyms ſind theils Faſern, d. h. proſenchymatiſche (§. 49.), langgeſtreckte Zellen, theils von mehr parenchymatiſcher Form, d. h. zwar geſtreckte, aber mit horizontalen Querwänden verſehene Zellen. Das Sclerenchym bildet ebenfalls häufig in den Stengeln und Blättern das Hypoderma, beſonders in denjenigen monokotyledoner Pflanzen. Collenchym und Sclerenchym zeigen, wo ſie als Unterhautgewebe verwendet ſind, gewöhnlich noch folgende bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten der Anordnung. Entweder umzieht die Hypodermaſchicht (dann in Form von Collenchym) den ganzen Stengel als eine geſchloſſene Lage, die nur da, wo Spaltöffnungen ſtehen, durch kleine Lücken unterbrochen iſt, an welchen das gewöhnliche Rindeparenchym vortritt; z. B. bei den Cacteen, bei *Syrīnga*, *Aristolochia sīpho*, *Rosa* ꝛc. Oder das Hypoderma (bald Collenchym, bald Sclerenchym) bildet Längsbündel, welche die erhabenen Rieſen der Stengeloberfläche einnehmen,

1) Zuſammengeſetzt aus ὑπό unten und δέρμα Haut. 2) zuſammengeſetzt aus κόλλα Leim, Gallert und ἔγχυμα das Eingegoſſene, Bezeichnung für Gewebe. 3) ☞ Seite 115, Note 1.

und mit Streifen dünnwandigen, meist grünen Parenchyms abwechseln, welches §. 58
die Furchen zwischen den Kanten einnimmt, und über welchem gewöhnlich allein Spaltöffnungen in der Epidermis sich befinden. Dies ist in vielen krautigen Stengeln der Fall, so bei den Umbelliferen, Chenopodiaceen, und besonders bei Monokotyledonen, wo sie gewöhnlich aus Sclerenchymfasern bestehen, wie in den Halmen vieler Gramineen, Cyperaceen, Juncaceen. Auch kommt es vor, daß ein geschlossenes Hypoderma die Oberfläche umzieht, und außerdem in den Kanten des Stengels starke Bündel von Sclerenchym sich befinden, die mit jenem zusammenhängen. Sclerenchym ist auch in vielen Blättern der Festigungsapparat. Es umzieht hier oft, besonders bei lederartigen Blättern, in einer wenige Zellenlagen starken Schicht gleichmäßig die ganze Blattfläche unterhalb der Epidermis (Fig. 94.); dazu treten in Monokotyledonenblättern oft wiederum isolirte stärkere Stränge von Sclerenchymfasern, welche tief in die Blattmasse einspringende Leisten oder selbst Platten bilden, die die ganze Dicke des Blattes von der einen zur anderen Fläche durchsetzen. In letzterem Falle sind gewöhnlich die Fibrovasalstränge in ihnen eingeschlossen, und sie können dann als Bastbündel des Fibrovasalstranges gelten, da sie keinen wesentlichen Unterschied von derbwandigen Bastfasern (§. 57.) zeigen. Kleinere Organe, die mehr nur wie Anhänge der Epidermis erscheinen, z. B. Stacheln, können ganz aus sclerenchymatischen Zellen gebildet sein; desgleichen solche Organe, welche nur zur Bedeckung anderer Theile dienen, wie die Knospenschuppen.

c) Wassergewebe, d. i. ein bei manchen Blättern unter der Epidermis liegendes, aus einer oder mehreren Zellenlagen bestehendes Gewebe, dessen parenchymatische, dünnwandige Zellen nur einen wässerigen, klaren Zellsaft ohne alle geformten Inhaltsbestandtheile enthalten und dadurch von dem grünen Parenchym des Blattes scharf abstechen. Sie bilden eine Verstärkung der Epidermis, z. B. in den Blättern von *Ilex*, *Nerium*, Bromeliaceen ꝛc. Ein ebensolches Gewebe ist auch die oben (S. 103) erwähnte mehrfache Epidermis, die nur dadurch, daß sie aus der Epidermis, nicht aus dem Grundparenchym hervorgeht, sich vom Hypoderma unterscheidet.

2) Gewebescheiden. Wo das Grundparenchym, beziehendlich die Rinde, an andere Gewebe als Epidermis, insbesondere an Gefäßbündel oder Gefäßbündelringe angrenzt, bildet es oft ebenfalls eine Grenzschicht von besonderer Structur. Wenn dieselbe einzelne Gefäßbündel umschließt, so wird sie Gefäßbündelscheide, wenn sie den ganzen Gefäßbündelring, beziehendlich den die Gefäßbündel enthaltenden axilen Cylinder (also die aus dem Plerom §. 51., hervorgehenden Gewebecomplexe) umgiebt, Pleromscheide genannt. Sie stellt gewöhnlich eine einfache oder auch eine aus mehreren Zellenlagen bestehende Schicht dar und kann nach ihrer besonderen Beschaffenheit wieder in mehrere Formen unterschieden werden.

a. Die Endodermis[1] oder Schutzscheide ist eine aus einer einfachen Zellenlage bestehende Scheide, meist eine Pleromscheide, die also concentrisch mit der Epidermis als geschlossener Ring den Gefäßbündelring oder -cylinder oder das centrale Gefäßbündel umgiebt. Die Zellen derselben sind von vierseitiger, oft in tangentialer Richtung abgeplatteter Gestalt, stehen mit horizontalen oder schiefen Querwänden übereinander und befinden sich mit ihren radialen Seitenflächen untereinander in lückenloser Verbindung. Die Membranen sind meist dünn und glatt, aber die radialen Seitenwände zeichnen sich durch eine wellige Querfaltung aus. Entweder sind sie ganz oder nur diese undulirten Wände verkorkt; bisweilen sind sie stark verdickt und dabei ebenfalls verkorkt oder verholzt, z. B. in Stengeln von *Potamogēton*, in den meisten Wurzeln der Monokotyledonen, auch in denen von *Primula auricula*. Der Inhalt der Endodermiszellen ist gewöhnlich Protoplasma, bisweilen mit Stärkekörnern oder selbst mit Chlorophyll. Auch kann die Endodermis als Gefäßbündelscheide um jeden einzelnen Fibrovasalstrang auftreten, z. B. bei den meisten Farnen (Fig. 86.), desgleichen in manchen Blattstielen und Stengeln phanerogamer Pflanzen (*Nuphar*, *Menyanthes*, *Primula auricula*).

b. Sclerenchymscheiden sind Umscheidungen der Gefäßbündel durch ein aus meist mehreren Zellenlagen bestehendes, sehr hartes, zugleich als Festigungsapparat

1) Zusammengesetzt aus ἔνδον inwendig und δέρμα Haut, weil diese Haut im Innern der Pflanze sich befindet.

dem ganzen Pflanzentheile dienendes Gewebe, welches aus dem oben (S. 126) beschriebenen Sclerenchym besteht. Diese Umscheidung ist bald eine vollständige, bald eine partielle. Sie findet sich besonders ausgeprägt bei den Baumfarnen (Fig. 81.). Bei den Monokotyledonen kann man die oben beschriebenen fast allgemein die Gefäßbündel umgebenden Scheiden von Bastfasergewebe ebenfalls als Sclerenchymscheiden bezeichnen.

c. Die Stärkeschicht ist eine einfache Zellschicht, die sich von der Endodermis durch den Mangel der für diese charakteristischen Wandstructur unterscheidet, aber dadurch vor dem übrigen Parenchym sich auszeichnet, daß ihre Zellen andauernd reich an Stärkekörnern sind. Sie tritt entweder als Plerom scheide in den Stengeln vieler Dikotyledonen auf oder in Form einer Gefäßbündelscheide, z. B. in den Stengeln und Blattscheiden vieler Monokotyledonen und in Blättern von Dikotyledonen. Sie ist bald vollständig, das Bündel ringsumgebend, bald partiell, entweder der Innen- oder der Außenseite des Fibrovasalstranges anliegend.

E. Idioblasten[1]. Nicht in Schichten oder Scheiden geordnet, sondern im Grundgewebe zerstreut, einzeln stehende oder kleine Bündel oder Gruppen bildend, kommen auch noch verschiedene von der Beschaffenheit des übrigen Theils des Grundgewebes abweichende Zellen vor, welche man allgemein mit dem vorstehenden Namen bezeichnet. Diese unterscheiden sich von dem übrigen Parenchym theils durch die Beschaffenheit ihrer Membranen, theils durch einen eigenthümlichen Inhalt, oft zugleich auch durch ihre Gestalt. Als Sclerenchymfasern oder Steinzellen von gestreckter oder isodiametrischer, gerundeter oder oft eigenthümlicher, unregelmäßig mehrarmiger Form und von einer die anderen Parenchymzellen oft übertreffenden Größe finden sie sich z. B. in der Rinde mancher Nadelhölzer, im Mesophyll mancher lederartigen Blätter (Fig. 92.), im Fleisch der Birnen; überall sind sie durch ungemein stark verdickte, oft getüpfelte Membranen und außerordentliche Härte ausgezeichnet; in Blättern können sie hauptsächlich mit zur Festigung derselben beitragen. Größere Gruppen kurzer sehr dickwandiger Sclerenchymzellen sind weit verbreitet in der Außenrinde vieler dikotyledoner Holzgewächse, wo sie in der Nähe der Bastbündel, oft scheidenförmig um dieselben liegen. In Farnstämmen, welche sclerenchymatisches Hypoderma, wohl auch sclerenchymatische Gefäßbündelscheiden haben, kommen außerdem die oben (S. 112) z. B. bei *Pteris aquilina* beschriebenen, im Grundparenchym isolirten, großen Sclerenchymplatten vor. Sehr verbreitet sind bei solchen Farnen auch kleine dünne Stränge von Sclerenchym, welche im Parenchym zerstreut stehen. Hierher gehören auch die sternförmigen Haare an den Wänden der Luftgänge mancher Wasserpflanzen (§. 48.). Mit dem Charakter von Idioblasten treten vielfach die oben (§. 39.) erwähnten verschiedenartigen Farbstoffzellen, Oelzellen, Gummi- und Schleimzellen, sowie Krystallzellen auf. Das gleiche gilt von den Secretbehältern, wie Oel-, Harz-, Gummikanälen und Oeldrüsen (§. 48.), sowie von den Milchröhren (§. 46.), letztere besonders oft als Begleiter der Siebröhren, theils in der Umgebung der Siebtheile und diesen im Verlaufe folgend, theils im Gewebe der Siebtheile selbst und mitunter wirklich die Siebröhren vertretend. Den obigen Angaben über alle diese Organe ist hier nichts weiter hinzuzufügen.

Literatur über Grundgewebe: Die sehr zerstreute Literatur und eine ausführliche Behandlung des Gegenstandes siehe bei de Bary, Vergleichende Anatomie, Leipzig 1877, pag. 418—446.

V. Secundäres Dickenwachsthum der Stämme und Wurzeln.

§. 59. Bei vielen Pflanzen findet an den Stämmen und Wurzeln auch nach der Ausbildung ihrer Gewebe ein fortdauernder Dickenzuwachs statt, durch welchen der Querdurchmesser des Organes sich immer mehr vergrößert und welcher bei kurzlebigen Stengeln nach einiger Zeit erlischt, bei den Stämmen, Zweigen und Wurzeln der Holzgewächse zeitlebens fortdauert. Zu diesem Proceß bedarf es eines ringförmigen,

1) Zusammengesetzt aus ἴδιος eigenthümlich und βλαστός Keim, überhaupt organisches Gebilde.

mit der Stammoberfläche concentrischen Meristems (§. 51.), welches diejenigen neuen Gewebe erzeugt, die das Stärkerwerden des Organes bedingen. Nach der Ungleichheit des anatomischen Baues zeigt nun auch dieser Proceß Verschiedenheiten, und wir müssen hier unterscheiden: a) die Dikotyledonen und Gymnospermen mit normal gebauten Stämmen und Wurzeln, b) die anomalen Dikotyledonen und Gymnospermen und c) die Monokotyledonen und Gefäßkryptogamen.

1. Normale dikotyledone Stämme und Wurzeln.

§. 60. Bei verhältnißmäßig wenigen krautartigen Dikotyledonenstengeln tritt in den Gefäßbündeln und im Grundparenchym keine Veränderung weiter ein, sobald der Stengel durch Streckung seine Größe erreicht hat. Bei der Mehrzahl kommt jedoch sogleich die Bildung eines Meristemringes zustande, welcher hier als Cambiumring, Cambiumschicht, oder kurz Cambium bezeichnet wird (Fig. 85.). Diese Bildung geht aus von den Cambiumzellen (§. 57.) der im Kreise stehenden primären Gefäßbündel und von denjenigen Zellen der Markstrahlen (§. 58.), welche zwischen den Cambiumtheilen je zweier benachbarten Gefäßbündel sich befinden. Diese in einem geschlossenen Ringe liegenden Zellen nehmen die Form eines Meristems an, indem in ihnen wiederholt Zelltheilungen durch einander parallele, zum Stengelumfang tangential gerichtete Membranen stattfinden. In dem breiten Markstrahle zwischen je zwei Blattspursträngen können vor der Ueberbrückung desselben durch Cambium ein oder mehrere neue Gefäßbündel, Zwischenstränge, auftreten, an die sich dann die Cambiumbildung ebenso ansetzt, wie an die primären Bündel, und die von letzteren ebenfalls durch Markstrahlen getrennt sind. Dieser Vorgang kann auch insofern modificirt sein, als die zwischen je zwei Blattspursträngen auftretenden Bündelchen sehr schmal, nur aus einer oder wenigen radialen Reihen von Elementen gebildet und durch ebenfalls sehr schmale Parenchymstreifen (Markstrahlen) getrennt sind. Da dies an den Seiten der Blattspursträngе beginnt und sich über die ursprünglichen Markstrahlen fortsetzt, so besteht der Proceß in einer successiven Verbreiterung der Blattspursträngе und Zusammenfließen derselben zu einem geschlossenen Ringe. Es können sogar jene schmalen Markstrahlen ausbleiben und das ganze zwischen zwei Blattspursträngen gelegene Gewebe des großen Markstrahles kann Gefäßbündelbau erhalten, wie bei manchen Crassulaceen, wo also die Markstrahlen fehlen. In allen Fällen nennt man den auf der Innenseite des Cambiumringes befindlichen, vorwiegend aus Xylem bestehenden Ring Holzkörper oder Holz, alles was außerhalb des Cambiumringes sich befindet, Rinde (cortex) im weitesten Sinne; an letzterer ist dann der dem Cambium unmittelbar angrenzende Ring von Phloëm als Bastring, Bastzone, Bast (liber) und die außerhalb desselben liegende Zone als Außenrinde oder eigentliche Rinde (§. 58.) zu unterscheiden. Im Holz und Bast bleiben die Markstrahlen durch ihre Zusammensetzung aus Parenchymzellen unterschieden von den eigentlichen Gefäßbündelelementen, die man als Holzstränge und Baststränge genauer bezeichnen kann. Die ursprünglichen Markstrahlen, da sie vom Marke bis zur Außenrinde durchgehen, heißen große Markstrahlen, zum Unterschiede von den später entstehenden das Mark nicht erreichenden kleinen. Jeder dem Holzkörper angehörige Abschnitt eines Markstrahles wird Holzmarkstrahl (Markstrahl im engeren Sinne), jeder dem Baste angehörige Rindenmarkstrahl oder Rindenstrahl genannt. Das Dickenwachsthum durch den Cambiumring beruht nun darauf, daß in demselben mit Unterbrechung während des Winters Zelltheilungen stattfinden und immer die an das Holz und an den Bast angrenzenden Cambiumzellen die Eigenschaften dieser Gewebe annehmen, diesen also als neue Elemente hinzugefügt werden, während eine zwischen beiden liegende Zone meristematisch als Cambium verbleibt und immer die Neubildung wiederholt. Der Zuwachs, den auf diese Weise Holz und Bast erhalten, bildet das secundäre Holz und den secundären Bast. Diese Gewebe haben die gleiche oder eine sehr ähnliche Zusammensetzung wie die primären Gefäßbündel unmittelbar nach der Bildung des Cambiumringes. Die großen Markstrahlen werden in ihrer Form fortgebildet und behalten dabei nahezu dieselbe Breite, während die Holzstränge nach außen successive breiter werden, also keilförmigen Querschnitt

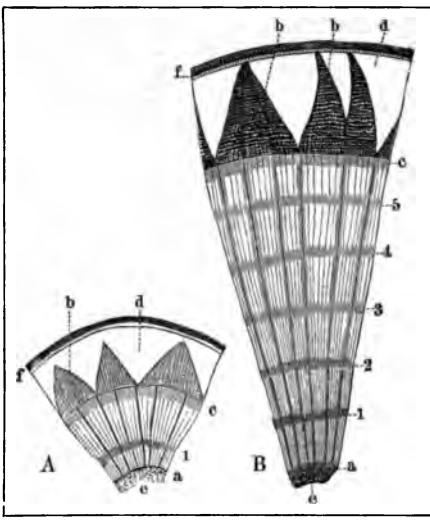


Fig. 97.
Secundäres Dickenwachsthum des dikotyledonen Stammes.

A Stück eines Durchschnitts durch den 2jährigen, B durch den 6jährigen Lindenzweig. Aus A ist im sechsten Jahre B geworden, beide in entsprechender Stellung der Theile neben einander. Das Dickenwachsthum wird durch die Thätigkeit der Cambiumschicht c vermittelt; 1 bis 5 Grenzen der in jedem Jahre durch die Cambiumschicht auf einander abgelagerten Jahresringe des Holzkörpers. d Rinde, in welcher die großen Bastgruppen b sich befinden. f Periderm. a Innengrenze des Holzkörpers. e Mark. Schwach vergrößert.

bekommen, weil der Cambiumring zufolge des Dickenwachsthums des Holzkörpers sich immer mehr vergrößert (Fig. 97.). Außer den den ursprünglichen Xylemelementen gleichnamigen Bestandtheilen treten in diesen Holzsträngen radialstehende Parenchymplatten auf, welche den großen Markstrahlen in Richtung und Bau gleich sind, aber nicht bis zum Marke reichen und oft schmäler und in der Längsrichtung des Stammes kürzer sind. Dies sind die *kleinen* oder *secundären Markstrahlen*. Diese treten successive auf, so daß ihre Anfänge in verschiedenen Entfernungen vom Marke aus liegen; jeder aber bildet sich, einmal angelegt, in radialer Richtung gleich den großen Markstrahlen fort. In jedem Holzstrange nehmen daher die Markstrahlen nach außen hin successive an Zahl zu. In den Baststrängen kommen ganz ähnliche Verhältnisse zustande; nur ist selbstverständlich die keilförmige Verbreiterung des Querschnittes im umgekehrten Sinne gerichtet wie im Holze. Aber sie werden ebenso wie das Holz durch die Bastmarkstrahlen in Abschnitte getheilt, und die Strahlen und Abschnitte des Holzes und Bastes passen an der Cambiumschicht aufeinander (Fig. 97.), ebenso dringen die kleinen Markstrahlen, welche im Holze das Mark nicht erreichen, auch im Baste nicht bis an die äußere Grenze. Es bedarf kaum der Andeutung, daß man sich die hinter einander liegenden Geweberegionen: Holz, Cambium, Bast, Rinde über den ganzen Stamm fortgesetzt und auch continuirlich in die Aeste und andererseits in die Wurzel übergehend denken muß.

§. 61. A. **Cambium.** In den Zelltheilungen und dem Wachsthum der Cambiumschicht sind folgende Verhältnisse zu beobachten:

1) Theilungen durch tangential gerichtete Längswände; dadurch wird die Zahl der in radialer Richtung hintereinanderliegenden Zellen vermehrt. In ganz regelmäßigen Fällen ist der Gang der, daß das Cambium anfänglich aus einer einzigen Schicht meristematischer Zellen (Initialen) besteht. Von den beiden durch eine Tangentialwand entstandenen Tochterzellen behält die eine den Charakter der Cambiuminitiale, die andere bald dem Holze, bald dem Baste anliegende Tochterzelle wird wiederum durch eine tangentiale Wand in zwei Tochterzellen getheilt, die dann beide direct zu Gewebeelementen (Holz- beziehendlich Bastelementen) sich umwandeln; doch können sie sich auch vor dieser Umwandlung nochmals in gleichem Sinne theilen. Die Folge dieser Theilungsprocesse ist, daß die Zahl der Zellen in radialer Richtung vermehrt wird, und daß sich ziemlich genau radiale Zellenreihen bilden, welche vom Holze durch das Cambium in den Bast sich erstrecken. Zu bemerken ist nur, daß die Zellbildung des Cambiums an der Holzseite lebhafter ist als auf der Bastseite, so daß der Zuwachs des Holzes im Verhältniß zum Baste meist weit

ausgiebiger ist. Die radiale Anordnung der Elemente wird aber da gestört, wo sich weite Gefäße im Holze und Siebröhren im Baste bilden. Die Mutterzellen dieser Elemente nehmen schon sehr bald nachdem sie aus dem cambialen Zustande ausgeschieden sind, größere Weite an, wodurch die umliegenden Elemente verschoben oder zusammengedrückt werden.

2) Theilungen durch radial gerichtete Längswände. Da infolge des fortdauernden Dickenwachsthumes die Cambiumschicht einen immer größeren Ring bildet, so muß nothwendig auch die Zahl ihrer Zellen in tangentialer Richtung sich entsprechend vermehren. Dies geschieht durch Theilungen der Cambiumzellen mittelst radialer Längswände, die man hie und da in einzelnen Zellen eintreten sieht und durch welche je zwei gleichwerthige Tochterzellen entstehen, deren jede sich dann in der beschriebenen Weise wie eine Cambiumzelle verhält und durch die mithin eine bisher einfache Radialreihe von Zellen verdoppelt wird.

3) Theilungen durch horizontale Querwände. Dadurch wird offenbar die Anordnung der Cambiumzellen und ihrer Derivate auf dem Querschnitte nicht beeinflußt. Dieser Proceß findet nur in vereinzelten Cambiumzellen statt, wo solche zu den Mutterzellen neuer kleiner Markstrahlen (s. oben) werden, oder wo das unten zu erwähnende Holzparenchym entsteht. Die prosenchymatische Cambiumzelle theilt sich dabei ein oder mehrere Male durch Querwände in parenchymatische Zellen.

Die Cambiumschicht besteht hiernach außer den eigentlichen Cambiuminitialen auch aus den ebenso beschaffenen Gewebemutterzellen und etwa auch noch aus den halbfertigen, in der Bildung begriffenen jüngsten Bast- und Holzzellen, die als *Jungbast* und *Jungholz* von dem fertigen Gewebe unterschieden werden können. Scharfe Grenzen bestehen jedoch hier nicht. Die Cambiumzellen sind charakterisirt durch das dichte, körnige Protoplasma, in welchem gewöhnlich ein spindelförmiger Zellkern erkennbar ist, und durch ihre dünnen, zarten, aus reiner Cellulose bestehenden Membranen, deren radiale Wände jedoch während der Winterruhe oft etwas verdickt und selbst mit einer Reihe von Tüpfeln versehen sein können.

Die Bildung des Cambiumringes in der Wurzel nimmt ihren Anfang mit der tangentialen Theilung derjenigen Zellen, welche der Innenfläche der Siebgruppen angrenzen (vergl. S. 120) und schreitet nach beiden Seiten hin gegen die Außenflächen der Gefäßplatten fort, wo die Pericambiumzellen die cambiale Theilung erleiden. Der Cambiumring hat daher hier anfänglich eine durch die Anordnung der Sieb- und Gefäßgruppen bedingte Form, gewöhnlich (bei mehrstrahligem Xylem) eine polygonale, mit Einbuchtungen zwischen den Gefäßplatten. Meist erfolgt aber das Dickenwachsthum an den ursprünglichen Ausgangspunkten stärker, so daß die Siebgruppen bald nach außen geschoben werden und die Cambiumschicht annähernd Kreisform annimmt.

B. **Holz.** Die Elementarorgane, aus denen das ganze secundär entstandene Holz der Dikotyledonen zusammengesetzt ist, ist im allgemeinen dem primären Xylem (S. 114) der Fibrovasalstränge sehr ähnlich, doch kommen hinsichtlich der besonderen Formen dieser Elemente und namentlich hinsichtlich des Vorhandenseins oder Fehlens des einen oder anderen derselben, sowie ihrer Vertheilung im Holze bei den einzelnen Pflanzenarten Verschiedenheiten vor, die für dieselben charakteristisch sind, und auf denen die Anatomie des Holzes der Bäume und Sträucher beruht. Wir beschreiben zuerst die Elementarorgane, welche überhaupt als Bestandtheile des Holzes auftreten, und schließen daran die Betrachtung, wie diese Organe im Holze vertheilt sind und den verschiedenen Bau der Hölzer bedingen. §. 62.

1) *Bestandtheile des Holzes.* Das Holz besteht aus folgenden Arten von Elementarorganen:

a. *Gefäße*, meistens lauter Tüpfelgefäße von verschiedener Weite, so daß also Ring- und Spiralgefäße im secundären Holze nicht mehr auftreten, sondern auf die primordialen Holzbündel (S. 114) beschränkt sind, also nur an der innersten Grenze des Holzes, rings um das Mark zu finden sind. In manchen Hölzern sind die Gefäße außer den Tüpfeln mit feinen Spiralfasern gezeichnet (z. B. bei der Linde, Pflaumenbaum ꝛc., S. 53).

b. *Tracheïden*, die oben S. 114 charakterisirten Organe, die von den Gefäßen fast nur durch die geringere Weite und die fehlende Perforirung der Membran unterschieden sind.

§. 62. c. Holzzellen, Holzfasern, Libriform[1] oder Sclerenchymfasern[2] des Holzes, enge, prosenchymatische, ebenfalls nicht perforirte Zellen wie die vorigen, mit diesen daher durch viele Uebergänge verbunden, doch durch die Beschaffenheit ihrer Membranen ziemlich genau charakterisirt. Letzteren fehlt nämlich die spiralfaserige Verdickung, auch haben sie immer nur spärliche Tüpfel, welche meist spaltenförmig sind und schief stehen, gewöhnlich auch nicht behöft sind. Besonders zeichnen sie sich durch ihre stark verdickte Membran aus, an welcher die mittlere Schale die dickste und die innerste knorpelig, gelatinös und meist unverholzt (S. 56) ist. Ihre Länge ist fast immer größer als die der zugleich mit ihnen vorhandenen Tracheiden. Sie sind daher den Bastfasern wegen der dicken Membranen und der langgestreckten Form sehr ähnlich. Als eine Unterform ist das gefächerte Libriform zu betrachten, bei welchem die Holzfasern durch mehrere dünne Querscheidewände in eine Reihe übereinander stehender Zellen, gleichsam Fächer, getheilt sind. — Es kommen bei manchen Pflanzen auch Holzzellen vor, welche durch ihren Gehalt an Stärkemehl (während des Winters), sonst durch nichts, also im Sommer kaum zu unterscheiden sind. Man hat sie als Faserzellen des Holzes bezeichnet. Auch diese kommen durch dünne Querwände gefächert vor; diese hat man Ersatzfaserzellen genannt, weil sie bisweilen als Ersatz für das unter d. angeführte Holzparenchym auftreten, an welches sie sich wegen des Stärkegehaltes und wegen der Theilung durch Querwände nahe anschließen.

d. Holzparenchym, ein aus kurzen Parenchymzellen bestehendes Gewebe, dessen Membranen meist dünner als bei den Holzfasern, und mit mehr rundlichen oder elliptischen Tüpfeln versehen, aber ebenfalls verholzt sind und dessen Querwände nicht dünner als die Seitenwände sind. Diese Zellen sind durch ihren Gehalt an Stärkemehl während des Winters ausgezeichnet. Das Holzparenchym entsteht durch Theilung der ursprünglichen prosenchymatischen Cambiumzellen mittelst Querwände; man erkennt daher bisweilen an der Gruppirung der Holzparenchymzellen im Längsschnitt auch im ausgebildeten Zustande noch die Form der ursprünglichen Cambiumzelle, aber nicht mit der Bestimmtheit wie bei den Ersatzfaserzellen, und oft ist sie gar nicht mehr nachweisbar.

e. Markstrahlen (§. 60.), bestehend aus parenchymatischen Zellen von meist rechteckigem Querschnitt, dessen längster Durchmesser gewöhnlich in der Richtung des Markstrahles (radial) liegt. Deshalb sind die Zellen auf dem Querschnitte des Holzes leicht von den übrigen Elementarorganen und mithin auch die Markstrahlen im ganzen Holzquerschnitte leicht zu unterscheiden. Ein Markstrahl kann aus einer einzigen Reihe von Zellen bestehen oder aus mehreren; letzteres besonders oft bei den großen Markstrahlen (§. 60.). Im tangentialen Längsschnitte machen sie sich an der Kürze ihrer Parenchymzellen kenntlich, die gewöhnlich noch geringer als die des Holzparenchyms ist. Außerdem ist auf dem tangentialen Längsschnitte der Umriß, wenigstens derjenige der kleinen Markstrahlen, eine in der Längsrichtung liegende Ellipse, in welcher die Zellen übereinander stehen, entsprechend der Form der Cambiumzelle, von welcher der Markstrahl abstammt. Nach der Zahl der auf solchem Schnitte übereinander stehenden Zellen richtet sich die Höhe des Markstrahles; sie schwankt bei den einzelnen Hölzern zwischen einer sehr großen Zahl und 1—2. Die Markstrahlzellen sind bei den meisten Pflanzen verholzt, enthalten oft Gerbstoff und immer während des Winters Stärkemehl; bei manchen Schling- und Kletterpflanzen sind sie unverholzt, daher nachgiebig gegen Druck und Zug. Bei manchen Pflanzen erweitern sie sich stellenweis mitten im Holze zu Anhäufungen unregelmäßig parenchymatischer, übrigens den Markstrahlen gleicher Zellen, den sogenannten Markflecken.

2) Vertheilung der Bestandtheile des Holzes. Der verschiedene Bau des Holzes der einzelnen Pflanzen rührt hauptsächlich daher, daß von den aufgezählten Bestandtheilen einer oder der andere fehlt, und daß die Vertheilung derselben verschieden ist. Markstrahlen sind überall vorhanden, die Unterscheidung dieser und der zwischen ihnen liegenden Holzstränge (§. 60.) ist daher überall gegeben. Aber die letzteren zeigen in ihrer Zusammensetzung folgende Verhältnisse:

1) Zusammengesetzt aus liber Bast und forma Form, wegen der Aehnlichkeit mit Bastfasern. 2) ☞ S 115.

§. 62.

Fig. 98.

Homogenes Holz der Nadelhölzer (Fichte) im Querschnitte, nur aus Holzzellen bestehend. m Markstrahlen. i Grenzen der Jahresringe, durch die engen Holzzellen des Herbstholzes markirt.

Fig. 99.

Holz mit Gefäßen bei den Laubhölzern (Buche), im Querschnitte. i Grenzen der Jahresringe, durch die engen Holzzellen des gefäßlosen Herbstholzes und das mit vielen weiten Gefäßen versehene Frühjahrsholz markirt. m Markstrahlen. b Bast.

a. Homogenes Holz, d. h. Holz ohne Gefäße, welches auf dem Querschnitte wie ein gleichförmiges Gewebe erscheint, in welchem keine Durchschnitte von Gefäßen, die immer größere Weite als die Holzzellen oder Tracheïden haben, zu sehen sind. Dies ist besonders für die Coniferen charakteristisch (Fig. 98.), wo das Holz entweder nur aus Holzzellen (Tracheïden) oder aus solchen und Holzparenchym besteht.

b. Holz mit Gefäßen. Dieses zeigt auf dem Querschnitte die feinen runden Poren, welches die durchschnittenen Gefäße sind (Fig. 99.), und die man freilich gewöhnlich nur mittelst der Lupe, bei manchen Pflanzen, wie bei der Eiche, beim Weinstock ꝛc. schon mit unbewaffnetem Auge erkennt. In der Vertheilung der Gefäße zu den übrigen Bestandtheilen sind besonders folgende wichtigeren Unterschiede zu bemerken:

α. Die Gefäße gleichmäßig im ganzen Holze zerstreut, z. B. bei *Aesculus*, *Acer*, *Populus*, *Laurus*. Doch sind sie gewöhnlich im innern Theile des Jahresringes (s. unten S. 134) am weitesten und nehmen nach außen an Weite ab.

β. Die Gefäße bilden zusammen mit dem sie begleitenden Holzparenchym kleine Gruppen innerhalb der Grundmasse des Holzes, die dann aus Holzfasern oder Tracheïden besteht. In dieser festen Grundmasse erscheinen daher jene Gruppen als hellere und durch die Gefäße poröse Flecken (Fig 100. u. 191.). Die Gefäßgruppen treten in größter Menge, oft eine tangentiale Zone bildend, im innern Theile jedes Jahresringes auf und setzen sich meistens in mehr oder minder unterbrochenen, oft unregelmäßig verlaufenden radialen Streifen nach außen fort (z. B. *Quercus*, Fig. 100.) oder bilden wohl auch concentrische Zonen (*Hedĕra helix*). Bisweilen kommen auch in der Grundmasse des Holzes tangentiale oder schiefe Binden von hellerer Farbe vor, welche aus Holzparenchym bestehen z. B. bei *Ulmus* Fig. 101., *Morus* und besonders bei Papilionaceen). Die Grundmasse des Holzes kann entweder ganz aus Tracheïden bestehen, indem Holzfasern fehlen (z. B. bei Pomaceen), gewöhnlich

§. 62.

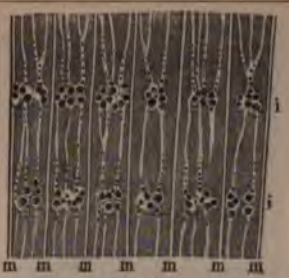


Fig. 100.

Beſchaffenheit des Eichenholzes im Querſchnitte.

An den Grenzen der Jahresringe ii liegt das aus großen Gruppen weiter Gefäße beſtehende Frühjahrsholz. In der aus Holzfaſern oder Tracheïden beſtehenden dunklen Grundmaſſe laufen ſtrahlige hellere Streifen, aus Holzparenchym und Gefäßen beſtehend, von den Gefäßgruppen des Frühjahrsholzes aus; m Markſtrahlen.

Fig. 101.

Beſchaffenheit des Rüſternholzes im Querſchnitte.

An den Grenzen der Jahresringe iii liegt das aus weiten Gefäßen beſtehende Frühjahrsholz. In der dunklen Grundmaſſe des Holzes liegen die aus Holzparenchym beſtehenden helleren Querbinden. m Markſtrahlen.

iſt ſie aus Holzfaſern gebildet, und dann treten die Tracheïden oft mit den Gefäßen zuſammen in den Gefäßgruppen auf, oder Tracheïden kommen nur in der äußerſten Herbſtgrenze des Jahresringes vor (bei *Tilia*, *Salix*, *Populus*, *Betula*, *Alnus*, *Sambucus* ꝛc.).

γ. Das weiche, lockere Holz der Stämme von *Bombax*, der Papayaceen, wie *Carica* u. ſ. w. hat einen vorwiegend parenchymatiſchen Bau, indem ſeine Grundmaſſe aus Holzparenchym beſteht, in welchem die Gefäße gruppenweiſe vertheilt ſind.

δ. Die überaus leichten Schwimmhölzer einiger Leguminoſen, wie *Aeschynomene*, *Herminiera*, *Aedemone*, welche dieſen auf dem Waſſerſpiegel vegetirenden Stämmen als Schwimmapparat dienen, beſtehen der Hauptmaſſe nach aus ſehr dünnwandigen, luftführenden Tracheïden und ſind von Markſtrahlen und von ſchmalen concentriſchen Ringzonen, in welchen Holzfaſern, große Tüpfelgefäße und Parenchym vorkommen, durchzogen.

3) Gliederung in Jahresringe. Bei den einheimiſchen Dikotyledonen und Coniferen, deren Holz durch die Thätigkeit der Cambiumſchichte in jährlichen Perioden mit winterlicher Unterbrechung in die Dicke wächſt, wird der Zuwachs jedes Jahres als Jahresring, Jahresſchicht, Jahreszone oder Holzring bezeichnet. Die Grenzen dieſer aufeinander folgenden Zuwachszonen ſind meiſt ſcharf markirt, ſo daß man auf dem Querſchnitte des Holzes die Jahresringe deutlich erkennen und darnach das Alter des Stammes abzählen kann. Die ſichtbare Abgrenzung der Jahresringe beruht auf den Structurdifferenzen, welche beſtehen zwiſchen dem Holze, welches am Schluſſe des Jahresringes, und demjenigen, welches am Beginne der neuen Jahresringbildung entſteht. Jene Grenze nennt man das Herbſtholz, dieſe das Frühjahrsholz. Der Unterſchied bezieht ſich erſtens auf die ſchon erwähnte Häufigkeit und Weite der Gefäße im Frühjahrsholze und auf ihr Fehlen oder ihre geringere Anzahl und Weite im Herbſtholze, zweitens aber auch darauf, daß die Holzfaſern und Tracheïden an der Außenſeite des Herbſtholzes, als die letzten in der ſommerlichen Periode gebildeten Elemente, infolge des zunehmenden Rindedruckes in ihrem radialen Durchmeſſer abnehmen, alſo tangential abgeplattet ſind, während die übrigen gleichnamigen Organe des Jahresringes im Querſchnitte ungefähr gleiche radiale und tangentiale Durchmeſſer haben. Dazu kommt bisweilen auch noch eine ſtärkere Verdickung der Membranen der abgeplatteten Holzelemente. Infolge dieſer Structur tritt der Unterſchied von Herbſtholz und die Abgrenzung der Jahresringe auch in gefäßloſen Hölzern, wie bei den Coniferen, ebenſo deutlich hervor. Hinſichtlich der Breite der Jahresringe ſind folgende Verhältniſſe zu berückſichtigen. Unter gleichgünſtigen Bedingungen iſt die Breite des Jahresringes nach den Pflanzenarten ſehr verſchieden. Ferner iſt ſie nach dem Lebensalter des Indi-

viduums wechselnd: in jungen Bäumchen nimmt die Breite der Ringe unter gleichen §. 62.
äußeren Bedingungen eine Reihe von Jahren zu, behält dann das durchschnittliche Maximum bei, um im höheren Alter wieder abzunehmen. In den Aesten und in den Wurzeln ist die Ringbreite geringer als im Stamme. In horizontal oder schief stehenden Aesten der Stämme und Wurzeln ist das Dickenwachsthum excentrisch, so daß die Breite der Ringe an der Ober- und Unterseite ungleich ist (vgl. Fig. 9.); bei den Laubhölzern ist meist die Oberseite die stärker verdickte, bei den Nadelhölzern die Unterseite. Ferner ist auch in den verschiedenen Höhen des Stammes die Ringbreite ungleich. Bei freiwachsenden Bäumen nimmt sie am unbeästeten Theile des Stammes gewöhnlich von oben nach unten zu oder bleibt sich gleich, während sie bei Bäumen, die im geschlossenen Bestande wachsen, von oben nach unten abnimmt, selbst bis zum gänzlichen Ausbleiben im unteren Theile bei unterdrückten Bäumen. In der Krone bemerkt man dagegen von unten nach oben eine allmähliche Abnahme der Ringbreite. Endlich nimmt dieselbe am Stocke, d. h. wo der Stamm in die Wurzeln übergeht, gewöhnlich bedeutend zu, über den Wurzelanläufen oft in dem Grade, daß daraus die häufigen starken Vorsprünge des Stockes entstehen. Ferner ist die Ringbreite abhängig von klimatischen und Witterungseinflüssen, sowie anderen die Vegetation beeinflussenden Einwirkungen. In höheren geographischen Breiten und in höheren Regionen über dem Meere sinkt mit der geringeren Sommertemperatur und der kürzeren Vegetationsperiode die Breite der Jahresringe sehr auffallend. Ebenso prägen sich in den tieferen und wärmeren Gegenden Jahrgänge, die der Vegetation ungünstig sind, durch geringere Jahrringbreite aus. Ebenso kann trockner Standort schwächere Ringe erzeugen. Wenn der sommerliche Zuwachs durch Frost, Hagelschlag, Insektenfraß oder Dürre unterbrochen wird, so kann sogar eine Verdoppelung des Jahresringes in einer und derselben Periode eintreten. Wenn der Jahresring in dieser Weise an Dicke abnimmt, so zeigt er in seinem Bau Folgendes. Bei den Nadelhölzern ist im Stamme die äußere engzellige Zone des Herbstholzes relativ um so größer, je dünner der Ring ist. Bei den Laubbäumen aber nimmt mit der Dicke des Ringes der mittlere (vorwiegend aus Holzfasern mit engeren Gefäßen bestehende) Theil ab, so daß die dünnsten Ringe nur aus gefäßreichem Frühlingsholze und der Herbstholzgrenze bestehen. Mit der Dicke der Jahresringe nimmt daher bei den Nadelhölzern das Holz an Dichte und Festigkeit ab, bei den Laubhölzern zu.

Ungleichheiten zeigen auch die verschiedenalterigen Jahresringe eines und desselben Stammstückes. Von dem Wechsel der Breite ist soeben die Rede gewesen. Bemerkenswerth ist aber noch, daß die Länge und Weite der Holzzellen eine Reihe von Jahren zunimmt, ein bestimmtes Maximum erreicht, welches dann constant bleibt. So beträgt z. B. am Kiefernstamme in 12 Meter Höhe über dem Boden die durchschnittliche Länge der Holzzellen

im 1.	Jahresringe	0,95	mm
„ 17.	„	2,74	„
„ 19.	„	3,13	„
„ 37.	„	3,87	„
„ 40.	„	4,04	„
„ 43.	„	4,09	„
„ 45.	„	4,21	„
„ 72.	„	4,21	„

Die Ursache dieser Größenzunahme liegt theils in einem allmählichen Längerwerden der Cambiumzellen mit zunehmendem Alter, theils in einer Verlängerung, welche erst die junge Holzzelle nachdem sie aus dem Cambium ausgeschieden ist, erleidet.

Bei den meisten Bäumen treten ferner in den älter werdenden inneren Zonen des Holzes Veränderungen der chemischen und physikalischen Beschaffenheit ein, mit deren Zunahme das Holz ungeeignet wird für seine physiologische Arbeit, die dann nur in der äußeren unveränderten Zone des Holzes stattfindet. Es ist das der Unterschied von Splint (albürnum), womit man die äußere, lebensthätige Zone bezeichnet, und Kernholz, Kern (durämen), welches durch die veränderte Beschaffenheit charakterisirt ist. Der Splint hat immer eine helle, weißliche oder gelbliche Holzfarbe; das Kernholz dunkelt, es ist bei den meisten einheimischen Bäumen von

brauner Farbe, beim Ebenholze tief schwarz, bei den Farbhölzern roth oder violett, beim Guajakholze dunkelgrün ꝛc. Oft ist damit eine Zunahme der Härte und des specifischen Gewichtes verbunden. Bei weichen Hölzern dagegen findet eine solche Zunahme nicht statt, vielmehr zersetzt sich hier das Kernholz leicht; es kann eine völlige Zerstörung desselben eintreten, über die Näheres unter den Krankheiten der Pflanzen zu finden ist. Die Bildung des Kernholzes beruht auf der Entstehung gewisser organischen Verbindungen, welche die Membranen der Holzelemente infiltriren und theilweis auch im Innern der Gefäße abgelagert werden. Die chemische Natur dieser Körper ist sehr ungenügend bekannt, vielfach sind es Farbstoffe, die vielleicht mit anderen an sich farblosen Körpern hier auftreten; in anderen Fällen, z. B. bei den Nadelbäumen ist auch Harz betheiligt. Bei Chrysobalaneen kommen beträchtliche Anhäufungen von Kieselsäure hinzu, welche die Lumina der Gefäße und Holzzellen des Kernholzes als amorphe Massen ausfüllen. Im Kernholze tritt in denjenigen Zellen, welche im Splintzustande Stärkemehl während der Vegetationsruhe enthalten, dieser Stoff nicht mehr auf. Das Alter, in welchem die Kernholzbildung eintritt, ist nach Arten verschieden; die Eiche hat z. B. 8 bis 13, unter Umständen noch mehr Jahresringe Splint, die Robinie nur 2 bis 5. Eine Veränderung in Kernholz tritt gar nicht ein bei *Acer platanoïdes* und *pseudoplatănus* und bei *Buxus*.

4) Abweichender Bau des Wurzelholzes. Der Holzkörper der Wurzeln weicht zunächst darin von demjenigen des Stammes ab, daß der Dickenwachsthumsproceß seiner Cambiumschicht nicht in der Weise wie bei diesem durch winterliche Ruhepause unterbrochen wird, vielmehr geht in den Wurzeln auch während des Winters das Dickenwachsthum des Holzes langsam fort und erlischt erst wenn im Frühjahre der Austrieb der Knospen und die Thätigkeit der Cambiumschicht der oberirdischen Organe anhebt, um jedoch bald nach Beginn der neuen Vegetationsperiode wieder zu erwachen. Trotzdem findet auch hier Markirung von Jahresringen statt. Ferner besteht auch bei den meisten Dikotyledonen eine Verschiedenheit des Baues des Wurzelholzes im Vergleich mit dem Stammholze. Diese bezieht sich bei den Bäumen und Sträuchern eigentlich nur auf die Größenverhältnisse der Elementarorgane, besonders auf die geringere Stärke des Jahresringes in den Wurzeln, auf die größere Weite der Holzzellen im Wurzelholze, welche hier z. B. bei der Weißtanne $^1/_5$ länger und $^1/_4$ breiter sind als im Stamme und auch im Herbstholze größere Weite zeigen, und auf die geringere Dicke der Membranen der Holzzellen, woraus eine größere Weichheit des Wurzelholzes folgt. Bei den Laubhölzern wird diese Weichheit und Porosität noch erhöht durch die relative Zunahme der Gefäße (weil das Holz wegen der geringeren Breite des Jahresringes vorwiegend aus der gefäßreichen Frühlingszone besteht), und bisweilen auch durch eine größere Weite der Gefäße im Wurzelholze. Eine wirklich verschiedene anatomische Zusammensetzung des Holzes tritt aber in den fleischigen dicken Wurzeln dikotyledoner Kräuter, wie in den rübenförmigen Pfahlwurzeln der Rüben, Möhren, Rettige ꝛc. ein, insofern als hier die eigentlichen Holzelemente gegen das Parenchym zurücktreten. Die Hauptmasse des Holzkörpers ist hier parenchymatisch. Und zwar sind entweder schmale Holzstränge, welche aus Gefäßen, Holzfasern und Holzparenchym bestehen, durch breite Markstrahlen zerklüftet, die größtentheils dünnwandige, unverholzte Parenchymmassen darstellen; so in den Wurzeln von *Cucurbĭta*, *Symphȳtum*, *Urtica* ꝛc. Oder der Holzstrang selbst wird mit zunehmender Dicke aus vorwiegend parenchymatischen, unverholzten Parenchymzellen von langgestreckter Form und radialer Anordnung aufgebaut; in dieser Parenchymmasse liegen Gruppen von Gefäßen mit Holzfasern, entweder in radialen Reihen oder in unterbrochen concentrischen Zonen. Die parenchymatischen Massen des Holzkörpers sind dann bisweilen noch von deutlichen Markstrahlen durchzogen, deren Zellen die gewöhnliche radial gestreckte Form haben, ebenfalls unverholzt, aber oft durch besonderen Inhalt, z. B. Stärkekörner, Farbstoff und dergl. ausgezeichnet sind.

§. 63. C. **Bast.** Auch der durch das Dickenwachsthum secundär entstehende Bast ist dem primären Phloëm der Fibrovasalstränge in der Hauptsache ähnlich. Wir verweisen daher auf das hierüber oben S. 115 Gesagte, sowie auf Dasjenige, was

S. 129 über die Gliederung des secundären Bastes und über das Verhalten des Cambiums bemerkt worden ist. Hier ist noch hinzuzufügen, daß wenn das primäre Bastbündel nur aus Weichbast besteht, auch der secundäre Bast gewöhnlich diesen Charakter beibehält, z. B. bei *Ribes*, *Viburnum lantana*, *Berberis* ꝛc.; es fehlen also diesen Pflanzen die dickwandigen Bastfasern gänzlich. Oder wenn dieselben an der Außengrenze des primären Bastbündels vorkommen, so können sie doch im ganzen secundären Baste fehlen; so bei *Fagus*, *Alnus*, *Betula*, *Viburnum opulus*, *Cornus*, *Pinus* ꝛc. Am häufigsten aber treten sie sowohl an der Außengrenze des Bastes als auch in dessen secundärem Zuwachs auf. Im letzteren Falle wechseln gewöhnlich concentrische Zonen oder Reihen von Fasergruppen mit Zonen von Weichbast ab; wobei die der benachbarten Bündel durch die Rindestrahlen unterbrochen sind. Die größte Regelmäßigkeit zeigt darin der Bast der Cupressineen §. 63.

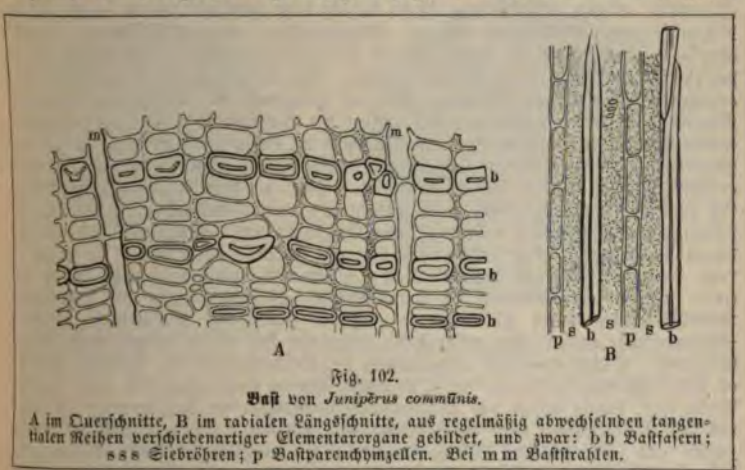


Fig. 102.

Bast von *Juniperus communis*.

A im Querschnitte, B im radialen Längsschnitte, aus regelmäßig abwechselnden tangentialen Reihen verschiedenartiger Elementarorgane gebildet, und zwar: b b Bastfasern; s s s Siebröhren; p Bastparenchymzellen. Bei m m Baststrahlen.

und mancher Taxineen, wo jede vierte tangentiale Zellreihe Bastfasern bildet, während die drei zwischenliegenden aus Weichbast bestehen (Fig. 102.). Bei den Dikotyledonen besteht eine so große Regelmäßigkeit nicht, indem die Bastfasergruppen aus mehreren Zellreihen bestehen, deren Zahl wechselnd ist ebenso wie die Stärke der zwischenliegenden Weichbastzone. Selbst in den Gruppen von Bastfasern können wieder Unterbrechungen durch Weichbast eintreten, so daß der Bau unregelmäßiger wird. Oder die Bastfasern sind nur einzeln oder in Form kleiner Gruppen durch den Weichbast zerstreut; so bei *Larix*, *Morus*, *Celtis*, bei den Cinchoneen ꝛc. Im Weichbaste tritt auch sehr häufig eine Anordnung der Siebröhren (§. 45.) in tangentiale Reihen hervor, welche durch ebensolche Zonen von Parenchym und Cambiform (S. 115) getrennt und selbst durch solches Gewebe unterbrochen sein können. Auch hier besteht wieder bei den eben erwähnten Cupressineen und Taxineen eine große Regelmäßigkeit insofern, als die mittlere der drei Weichbastschichten Parenchym, die beiden andern Siebröhren sind (Fig. 182.). Außerdem kommen als Bestandtheile des Bastes noch vor: Milchröhren (§. 46.) als Begleiter oder Vertreter der Siebröhren; so bei den Moreen, Artocarpeen, Cichoriaceen, Campanulaceen, Papaveraceen. Ferner Milchsaftkanäle (§. 48.) bei Terebinthaceen, Burseraceen, Clusiaceen, Umbelliferen; Oelkanäle bei Compositen. Ueberdies enthalten viele Pflanzen im Baste zerstreut stehende Stein- oder Sclerenchymzellen (§. 58.) und besonders verbreitet Parenchymzellen mit Krystallen von kleesaurem Kalk (§. 39.), welche theils in den Rindestrahlen, theils in den Baststrängen liegen, in letzteren gewöhnlich in Längsreihen übereinanderstehend, und oft die Bastfasergruppen begleitend, im Weichbaste meist unregelmäßig zerstreut. Die großen Markstrahlen oder Rindestrahlen (S. 129), welche zwischen den Baststrängen liegen, desgleichen die kleinen Markstrahlen des Bastes

oder Baststrahlen (S. 130) sind immer, entsprechend den meisten Elementen des Bastes unverholzt, in der Gestalt der Zellen denen des Holzes ähnlich. Eine Markirung der einzelnen jährlichen Zuwachszonen nach Jahresringen ist im Baste nicht zu finden.

Die radiale und tangentiale Reihung der Elemente, wie sie durch die Cambiumschicht bedingt ist, bleibt oft auch im Baste, ebenso wie es für das Holz Regel ist, deutlich erhalten; so bei den Cupressineen und Taxineen, bei *Fagus*, *Aesculus*, *Ribes*, *Salix*, *Populus*, *Sambucus* ꝛc., während in vielen anderen Fällen die oben angedeuteten Verschiebungen eintreten. Am meisten trägt zu den letzteren bei das Wachsthum der äußeren Bastschichten, welches nothwendig stattfinden muß, weil durch die Thätigkeit der Cambiumschicht das Volumen des Stammes sich vergrößert und der Bast eine stets zunehmende Dehnung in der Richtung der Oberfläche erleidet. Außer dem Baste betrifft dies selbstverständlich auch die vor diesem liegende Außenrinde und die Rindestrahlen. Alle diese Gewebe wachsen ebenfalls so lange als die Thätigkeit der Cambiumschicht dauert und halten mit der peripherischen Ausdehnung gleichen Schritt. An diesem in tangentialer Richtung erfolgenden Wachsthume betheiligt sich das gesammte Parenchym der genannten Gewebe. Entweder verbreitern sich außer der Außenrinde nur die Rindestrahlen, welche dann in centrifugaler Richtung allmählich an Breite zunehmen, wobei die Bastgruppen in gleichem Maße um so mehr auseinanderrücken, je weiter sie vom Cambium entfernt sind (z. B. bei *Tilia*, Fig. 97.). Oder an dem Wachsthum betheiligen sich zugleich die zwischen den Rindestrahlen liegenden Bastgruppen, so weit sie aus parenchymatischen Zellen bestehen; denn Bastfasern und Siebröhren nehmen nicht daran Theil und rücken daher auch hier um so mehr auseinander, je weiter sie vom Cambium entfernt liegen. Das erwähnte Wachsthum beruht sowohl auf einer gewissen Erweiterung als hauptsächlich auf Vermehrung der betreffenden Parenchymzellen durch Theilung, so daß die Zellen der Außenrinde im dicken Stamme nicht größer, aber entsprechend zahlreicher sind als im dünnen wenigjährigen Stamme. Dabei bleibt im allgemeinen die Beschaffenheit der Gewebe dieselbe; es bildet sich also das unter der Oberfläche liegende Collenchym (S. 126) in dieser Form fort; ebenso behält das dünnwandige Parenchym der Außenrinde, des Bastes und der Rindestrahlen seine Beschaffenheit bei, mit der Ausnahme, daß oft einzelne Zellen und Zellengruppen desselben nachträglich sclerotisch (S. 128) werden, d. h. sich zu Steinzellen mit sehr verdickten harten Wänden umwandeln, die besonders in den Rindestrahlen zwischen den angrenzenden Baststaserbündeln sich bilden, z. B. bei *Fraxinus*, *Quercus*, *Corylus*, *Carpinus*. Es werden dadurch die durch die Rindestrahlen unterbrochenen Gruppen von Baststasern zu Ringen geschlossen. Die Siebröhren betheiligen sich nicht an der Zellenvermehrung, sie werden durch die Ausdehnung des umliegenden Gewebes zusammengedrückt und in ihrem Bau ganz unkenntlich. Mit der hier geschilderten Ausdehnung der Bastzone stellen sich zugleich die schon oben beschriebenen Vorgänge der Periderm- und Borkebildung (§. 54.) ein.

Literatur über normales Dickenwachsthum: Außer den in der Literatur über Gefäßbündel genannten Schriften noch besonders: Hartig, Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen. Berlin 1851. Möller, Beiträge zur vergleich. Anatomie des Holzes. Wien 1876, sowie die bei de Bary, Vergleichende Anatomie, weiter angegebene Literatur.

2. Anomale Stämme und Wurzeln der Dikotyledonen und Gymnospermen.

§. 64. Ein anomales Dickenwachsthum kann eintreten, wenn die Thätigkeit des Cambiums nicht im ganzen Umfange des Stammes gleichmäßig erfolgt, sondern an zwei oder mehreren getrennten Punkten am mächtigsten fortschreitet, so daß der Stamm nicht die Form eines Cylinders behält, sondern bandförmig wird oder mehrere durch tiefe Furchen getrennte Vorsprünge bekommt, wie an den Stämmen mancher Lianen (z. B. bei Arten von *Piper*, *Cissus*, *Lantana*, *Cassia*).

Die eigentlichen anomal gebauten Stämme aber zeigen anatomische Verschiedenheiten, die in einer von dem normalen Typus abweichenden Anordnung der Gewebe bestehen. Die Mannigfaltigkeiten, denen wir dabei begegnen, lassen sich unter folgende Gesichtspunkte bringen.

1) Das Cambium ist normal angelegt und bleibt auch normal thätig, aber die von ihm gebildeten Holz- und Bastmassen haben anomale Anordnung. Dieses kommt bei den Stämmen verschiedener rankenden Lianen vor. Die Holzproduction des Cambiumringes ist in einzelnen radialen Streifen gefördert, während in den darin benachtheiligten Streifen die Bastbildung um so ausgiebiger ist, so daß der Holzkörper im Querschnitt eingeschnitten gelappt ist und die Furchen durch entsprechend gestaltete Bastmassen ausgefüllt sind. So bleibt bei den Bignoniaceen an vier im Kreuz stehenden Punkten der Zuwachs des Holzkörpers hinter dem seines übrigen Umfanges zurück und wird daher durch vier ein Kreuz bildende Furchen zerklüftet, die genau durch eine Bastplatte ausgefüllt sind, welche nach außen in die primäre Rinde übergeht (Fig. 103.). Völlig unterdrückt ist die Holzbildung jedoch in der §. 64.

Fig. 103.

Querschnitt eines Lianenstammes (*Bignonia*) mit unregelmäßiger Holzbildung. Der Holzkörper ist durch vier ein Kreuz bildende von Bast ausgefüllte Furchen zerklüftet.

Fig. 104.

Querschnitt eines *Bignonia*-Stammes, dessen Holzkörper durch zahlreiche von Bast ausgefüllte Furchen, die in verschiedenem Alter entstanden sind, zerklüftet ist.

Tiefe der Furchen nicht, nur ist sie gegen die hier geförderte Bastbildung geringfügig. Die Cambiumschicht umzieht die vier vorspringenden Holzabschnitte, ist aber auch in der Tiefe der Furchen vorhanden, während sie an den Seitenflächen der Holz- und Bastplatten unterbrochen ist. Bei manchen Bignoniaceen bleibt die Zahl der im Wachsthume zurückbleibenden Furchen auf vier beschränkt; bei anderen treten mit fortschreitendem Wachsthum allmählich neue hinzu, indem vor den vier Holzkeilen derselbe Vorgang sich wiederholt; der Holzkörper bekommt dadurch eine vermehrte Anzahl von Lappen und ungleich tief einspringenden Furchen (Fig. 104.). Auch können die Bastplatten nach außen stufenweise breiter werden. Einen ähnlichen, durch Bastplatten zerklüfteten Holzkörper haben Lianenstämme einiger anderen Familien, z. B. von Malpighiaceen die Gattungen *Banisteria*, *Tetrapteris*, *Stigmaphyllon* ꝛc., desgleichen manche Apocyneen, sowie die noch unten zu nennende *Phytocrene*.

Eine andere anomale Vertheilung der Gewebe in dem durch ein ringförmiges Cambium sich verdickenden Stamme liegt in dem Vorkommen zerstreuter Siebröhrenbündel im Holzkörper, die dafür dem secundären Bastringe fehlen. Dies kommt bei *Strychnos*-Arten vor.

2) Das Cambium ist anomal angelegt.

a. Der Stamm enthält in demselben Querschnitte mehrere getrennte von eigenen Cambien umgebene Holzkörper, die von einer gemeinsamen Rinde umschlossen sind, wie bei den rankenden Stämmen der Sapindaceengattungen *Serjania*, *Paullinia* ꝛc. Gewöhnlich ist in der Mitte ein großer Hauptholzkörper und im Umkreise mehrere kleinere Außenholzkörper vorhanden. Seltener finden sich nur die letzteren ohne den Hauptholzkörper (Fig. 105). Jeder ist umgeben von einem dauernd thätigen Cambiumringe und einem Bastringe, und jeder umschließt ein, wenn auch kleines Mark. Die Holz- und Bastringe verlaufen in den Internodien getrennt nebeneinander. In den Knoten stehen sie derart mit einander in Verbindung, daß von dem Haupt-

§. 64.

Fig. 105.
Anomale Holzbildung des Stammes von *Serjania paniculāta* Kth.
Durchschnitt aus zwei verschiedenen Höhen des schlingenden Stammes; außer dem Hauptholzkörper mit deutlichem Mark zwei, beziehendlich drei Außenholzkörper.

ringe durch Einfaltungen einzelne Theile sich gleichsam abschnüren und ausgeschlossen werden.

Auch die Calycantheen haben außer dem normalen Holz- und Bastkörper vier rindenständige Gefäßbündel, welche collateral (§. 56.) sind, aus einem nach innen gelegenen Bast- und einem nach außen gekehrten Holztheile bestehen, zwischen denen ein Cambium thätig bleibt und diese Bündel verdickt.

b. Nachdem der normale Cambiumring eine Zeit lang den normalen Dickenzuwachs vermittelt hat, erlischt der letztere, und es bildet sich außerhalb desselben im Parenchym ein neuer Cambiumring, welcher mit Markstrahlen abwechselnd einen neuen Ring von Holz- und Baststrängen erzeugt und das Dickenwachsthum fortsetzt. Auch dieser Cambiumring kann nach einiger Zeit wieder im Wachsthume stehen bleiben und durch einen dritten ersetzt werden, was sich vielemale wiederholen kann. Dieser Modus ist charakteristisch für gewisse Menispermaceen, z. B. *Cocculus laurifolius* (Fig. 106.), und die Avicennien, wo die secundären Ringe in der

Fig. 106.
Querschnitt des Stammes von *Cocculus laurifolius* mit unregelmäßiger Holzbildung. Durch Aufhören des Wachsthums des Cambiumringes bilden sich mehrere Ringe von Holzsträngen, die durch breite Markstrahlen von einander getrennt sind, indem in der Außenrinde immer wieder neue Cambien entstehen, welche neue Ringe erzeugen.

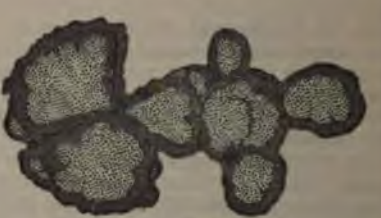


Fig. 107.
Querschnitt eines Lianenstammes (*Bauhinia*) mit unregelmäßiger Holzbildung. Die porösen Complexe sind die Holzkörper.

Außenrinde entstehen, sowie für die windenden Stämme von Lianen aus vielen Familien, wo die secundären Cambien in der Bastzone des jeweils vorhergehenden Ringes entstehen. Zu letzteren gehören viele andere Menispermaceen, ferner *Bauhinia*, *Wistaria* und andere Papilionaceen, *Securidāca volubĭlis*, die schon oben angeführte *Phytocrēne* und *Gnetum*.

c. Hieran schließen sich die Familien der Chenopodiaceen, Amarantaceen, Nyctagineen, manche Phytolaccaceen und Mesembryanthemeen, indem diese zuerst einen normalen primären Gefäßbündelring besitzen, an dessen Außenseite sich frühzeitig ein neuer Ring von Gefäßbündeln bildet, die sich zu einem Holzring verbinden können, in welchem dann das secundäre Dickenwachsthum stattfindet. Der secundäre Holzkörper wird aufgebaut aus eigentlichem Holzgewebe und aus zum größten

Theil parenchymatischem Zwischengewebe; letzteres kann die gewöhnliche radiale Anordnung von Markstrahlen haben oder in regellos zerstreuten Gruppen im Holze vertheilt sein (*Pisonia*). Auch können successive mehrere Zuwachszonen aufeinander folgen, wodurch mehrere Kreise von Gefäßbündeln gebildet werden. §. 64.

d. Der Stamm der Cycadeen, welcher ebenfalls ein anomales Dickenwachsthum besitzt, ist schon in der Anordnung seiner primären Gefäßbündel abweichend. Zwischen der mächtig entwickelten Rinde und dem Marke befindet sich ein gewöhnlicher Ring von Gefäßbündeln. Aus diesem verlaufen die Blattspurstränge bogig durch die Rinde nach den breiten Insertionen der Blätter. Diese Bogen sind durch gürtelförmige Zweige in der Rinde verbunden, und außerdem bilden sich Anastomosen sowohl zwischen den benachbarten Gürteln, als auch zwischen diesen und den Strängen des primären Bündelringes. Die Gesammtheit dieser Zweige bildet ein unregelmäßiges Netz von Bündeln in der Rinde. Das Cambium des primären Ringes producirt nun in gewöhnlicher Weise Holz und Bast, die Stränge sind durch breite vielreihige Markstrahlen getrennt, durch welche die nach dem Bündelnetz der Rinde verlaufenden Stränge hindurchgehen. Der so sich bildende Holzring besteht aus radial gereiheten Tracheïden, mit Radialstreifen dünnwandigen Parenchyms; seine Verdickung schreitet dauernd aber langsam fort, so daß er im Verhältniß zu Mark und Rinde schmal bleibt. Während bei *Zamia* dieses Verhältniß zeitlebens besteht, kommt bei *Cycas* und *Encephalartos* die Thätigkeit des Cambiumringes nach einiger Zeit zum Stillstande, und das Dickenwachsthum wird durch ein neues Cambium wieder aufgenommen, welches sich außerhalb des ersten in der Rinde bildet. Die Erneuerung der Ringe kann sich mehrmals wiederholen, und die successiven Ringe stehen stellenweis mit einander in Verbindung, indem ein äußerer sich gegen den nächstinneren biegt und mit ihm verschmilzt. Außerdem können hier auch noch rinde- und markständige Gefäßbündel hinzukommen.

e. In den unter a. und b. genannten Lianenstämmen, besonders bei *Bauhinia* und *Caulotrētus* kann weiterhin noch ein anderer Vorgang hinzutreten. In dem zwischen den einzelnen Holzkörpern gelegenen Parenchym beginnt ein Wachsthum, durch welches dieses Parenchym erweitert und die Holzkörper von einander gesprengt werden, wobei zugleich diese Holzkörper in ihrem ganzen Umfange selbständig weiter in die Dicke wachsen. Auch das gesammte, die isolirten Holzkörper umgebende Parenchym und Periderm folgt durch entsprechendes Wachsthum nach. Die Dickenzunahme kann sogar soweit gehen, daß auch die zwischen den Holzkörpern liegenden Parenchymmassen gesprengt werden, worauf die Trennungsflächen sich mit Periderm bedecken. Der Stamm wird dadurch gespalten in eine Anzahl Längsstränge, die nebeneinander stehend oder durcheinander geflochten, und hier und da wieder vereinigt sind (Fig. 107.).

Ein ähnlicher, wenn auch nicht bis zu diesem Grade fortschreitender Proceß findet in manchen fleischigen Wurzeln, wie in denen von *Rumex*-Arten, von *Bryonia*, von *Myrrhis odorāta* und von vielen Convolvulaceen, statt. Der vornehmlich aus nicht verholztem Parenchym bestehende Holzkörper (vgl. oben S. 120) ist hier der Ort, an welchem später Neubildungen von Cambium-, Holz- und Baststrängen stattfinden. Letztere können wieder in gewöhnlicher Weise orientirt sein, d. h. Bast nach außen, Holz nach innen bilden, oder auch umgekehrt. Der Querschnitt zeigt hiernach verschiedenen Bau und zwar von außen nach innen eine Aufeinanderfolge der genannten Gewebe in verschiedenem Wechsel. Dazu kommen bei manchen Convolvulaceenwurzeln auch noch neue, secundär außerhalb der Baststrängе im Parenchym entstehende, mittelst eigenen Cambiums Holz und Bast bildende Stränge.

3. Secundäres Dickenwachsthum monokotyledoner Stämme.

Bei Monokotyledonen ist secundäres Dickenwachsthum im Stamme selbst bei den baumförmigen, wie Palmen, nicht die Regel. Eine Ausnahme davon machen die Drachenbäume (*Dracaena*) und deren Verwandte, wie *Cordyline*, *Alētris* 2c., sowie einige Arten von *Aloe* und *Yucca*, sowie die Knollen der Dioscoreaceen. Bei diesen Pflanzen stimmt der Bau des Stammes ganz mit dem Typus der Monokotyledonen (S. 109) überein; es bildet sich aber an der Außenfläche des die

Gefäßbündel enthaltenden Cylinders eine Cambiumschicht, welche nach innen wie nach außen neues Gewebe producirt und dadurch ein unbegrenztes Dickenwachsthum bedingt. Die Cambiumschicht besteht aus gewöhnlichen cambialen Zellen, welche zwei bis vier mal länger als breit sind und in radialen Reihen stehen. Nach innen zu werden diese Cambiumzellen einestheils zu Parenchymzellen, durch welche das Grundparenchym seinen Zuwachs erhält; anderntheils bilden sich in diesem neuen Gewebe auch neue Gefäßbündel, indem an bestimmten Punkten in den vom Cambium nach innen abgeschiedenen Zellen Längstheilungen eintreten, durch welche engzellige cambiale Stränge gebildet werden. Letztere bilden sich dann zu Gefäßbündeln aus. Diese verlaufen in der Längsrichtung, sind aber auch durch Anastomosen unter einander verbunden, so daß sie im tangentialen Längsschnitt einen ähnlichen undulirten und maschenbildenden Verlauf haben, wie die Gefäßbündel im Dikotyledonenstengel. Sie bestehen aus Holz- und Basttheil. Das secundäre Parenchym bleibt entweder dünnwandig oder die Membranen verholzen. Im letzteren Falle hat der Zuwachs die Beschaffenheit eines Holzringes, und dadurch erhalten die holzigen Drachenbaumstämme ihre Festigkeit. Dieselben erreichen infolge dieses Dickenwachsthumes sehr bedeutenden Umfang. Die von dem Cambium nach außen abgeschiedene secundäre Rinde ist dagegen nur von sehr unbedeutender Stärke und besteht aus dünnwandigem Parenchym, welches nach außen durch Periderm sich abgrenzt.

In den knolligen Stämmen der Dioscoreaceen findet sich ebenfalls unter der dünnen Rinde ein dauernden Wachsthumes fähiges Cambium, welches jedoch an der dem Boden aufsitzenden Grundfläche der Knolle fehlt. Das von ihm nach innen gebildete Parenchym macht die Hauptmasse der Knolle aus; es besteht aus dünnwandigen, stärkeführenden Zellen. In ihm befinden sich die dünnen, netzförmig verbundenen secundären Gefäßbündel. Auf der Oberfläche haben die Knollen ein Periderm, welches bei *Testudinaria* starke, rissige Korkmassen bildet.

Unter den Gefäßkryptogamen hat nur der knollenförmige, gelappte Stamm von *Isoëtes* ein secundäres Dickenwachsthum. Er hat, wie oben erwähnt, einen centralen Fibrovasalstrang. Eine Cambiumschicht geht um diesen Strang vollständig herum, mit Ausnahme der Punkte, wo sie von den zu den Blättern und Wurzeln gehenden Bündeln durchbohrt ist. Der axile Strang erfährt durch die Thätigkeit des Cambiums nur einen sehr unbedeutenden Zuwachs, der aus tafelförmigen, wasserhellen, mit stärkeführenden abwechselnden Zellen besteht, die wahrscheinlich den Charakter von Weichbast haben. Dagegen producirt die Cambiumschicht nach außen hin successiv eine sehr mächtige parenchymatische Rinde, deren Zuwachs in den Furchen der Knolle schwächer, zwischen denselben weit beträchtlicher ist.

Literatur über anomales Dickenwachsthum: Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie. — Krüger, Botanische Zeitung 1850, 1851. — Fr. Müller, Botanische Zeitung 1860. — v. Mohl, Botanische Zeitung 1855. — A. de Jussieu, Monographie des Malpighiacées. Paris 1843. — Bureau, Monographie des Bignoniacées. Paris 1864, und Bulletin de la soc. bot. de France 1872. — Mettenius, Beiträge zur Botanik. — Nägeli, Dickenwachsthum der Sapindaceen. München 1864. — Radlkofer, Monographie der Gattung *Serjania*. München 1875. — Eichler, Denkschr. der bot. Gesellsch. Regensburg. Bd. V. — Mettenius in Abhandl. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. VII. — v. Mohl, Vermischte Schriften, und andere unter der Literatur über Gefäßbündel genannte Autoren.

IV. Abschnitt.

Von der äußeren Gliederung der Pflanzen. Morphologie der Pflanzen.

§. 65. Allen organisirten Wesen, den Pflanzen wie den Thieren, ist es gemeinsam, daß ihr Dasein aus kleinen und unvollkommenen Anfängen beginnt und eine Entwickelung bis zu einem gewissen Zustande der Ausbildung durchläuft, endlich aber einen Punkt erreicht, wo die Entwickelung auf einen neuen Anfang zurückkehrt, der Organismus sich verjüngt, indem er solche Keime bildet, wie der war, aus welchem er hervorging. Dieser Entwickelungsgang findet meist auch in der

Formbildung der Pflanze seinen Ausdruck; wir unterscheiden äußerlich am Pflanzen- §. 65.
körper einzelne Theile, deren immer neue zum Vorschein kommen, bis derselbe am Ziel seines Wachsthumes angelangt ist, wo nun wiederum andere Glieder am Pflanzenkörper erscheinen, an denen wir die Bildung jener Keime bemerken. Diese äußerlich unterscheidbaren Glieder, aus denen der Pflanzenkörper sich aufbaut, können wir ganz im allgemeinen Pflanzentheile, Glieder oder Organe der Pflanze und zwar, um sie von den anatomischen zu unterscheiden, genauer als morphologische Organe bezeichnen. Zugleich ergiebt sich nach dem eben Angedeuteten eine generelle Unterscheidung der Organe an der Pflanze insofern, als die einen sich auf das Wachsthum der Pflanze beziehen, zu dem eigentlichen Ausbau des Pflanzenkörpers gehören, die anderen nur zur Erzeugung neuer Keime bestimmt sind. Jenen Abschnitt des Pflanzenlebens kann man die Vegetation und sämmtliche dabei sich bildenden Organe, unbekümmert um ihre sonstigen Verschiedenheiten, Vegetationsorgane oder vegetative Organe, diesen Abschnitt die Reproduction oder Fortpflanzung und die ihr dienenden Glieder Reproductions- oder Fortpflanzungsorgane oder reproductive Organe nennen.

Nun sind aber auf den tiefsten Stufen des Pflanzenreiches diese beiden Erscheinungen noch am wenigsten von einander gesondert, denn bei den unvollkommensten unter den einzelligen Pflanzen (§. 26.) sind noch keine besonderen Organe für die einzelnen Lebensverrichtungen zu unterscheiden: die einzige Zelle ist Organ für Ernährung und Fortpflanzung zugleich. Diese Zelle, bei zahlreichen einzelligen Pflanzen (z. B. den Chytridien Fig. 108, A) von runder, länglichrunder oder cylindrischer Gestalt, vermehrt sich durch freie Zellbildung (§. 40.) oder durch Theilung oder Sprossung, und die Tochterzellen sind sofort wieder neue Individuen, welche bis zur Größe der Mutterzelle heranwachsen und darauf denselben Fortpflanzungsproceß wiederholen. Aber man braucht nur wenig in der Reihe der Pflanzen aufzusteigen, um schon einer Differenzirung von vegetativen und repro-

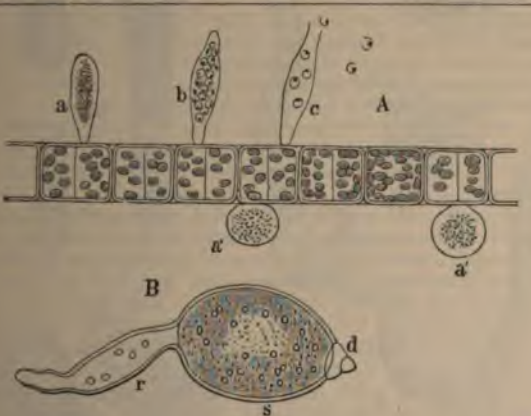


Fig. 108.

Chytridien, als einfachste einzellige Pflanzen.

A **Chytridium lagenula,** schmarotzend auf einer Fadenalge, *Melosira varians*. Sie stellt eine einfache Zelle a dar, deren Inhalt sogleich wieder in Keime (Schwärmsporen) zerfällt (b), welche zuletzt die Mutterzelle verlassen (c), um sich wieder festzusetzen und zu einer neuen *Chytridium*-Zelle heranzuwachsen. Bei a'a' zwei Individuen einer anderen ähnlichen Art (*Chytridium globosum*). 400fach vergrößert. Nach A. Braun.

B **Chytridium olla,** zeigt bereits eine Differenzirung von Organen, indem die Hauptzelle s nach unten in eine wurzelartige Zelle r ausgewachsen ist. Letztere steckt in den Algenzellen, auf welchen das Pflänzchen schmarotzt (hier herausgezogen), und ist allein zur Nahrungsaufsaugung bestimmt, während die Hauptzelle s zuletzt allein aus ihrem Inhalt wie in A die Keime bildet, welche nach Ablösung des deckelförmigen Zellhautstückes d ausschwärmen. 400fach vergrößert. Nach A. Braun.

§. 65. ductiven Organen zu begegnen. Schon bei einzelligen Pflanzen tritt dies ein. Ein Anfang zeigt sich schon unter jenen einfachsten Pflanzen, den Chytridien, indem bei manchen die Zelle an ihrem Befestigungspunkte einen kurzen wurzelartigen Fortsatz treibt, der die einfachste Form eines Ernährungsorganes darstellt, während die Hauptzelle Fortpflanzungsorgan allein ist (Fig. 108, B). Ein gutes Beispiel, wie sogar schon in den einfachsten Formen, nämlich auch wieder an einer einfachen Zelle, eine Gliederung des vegetativen Körpers in verschiedene Organe stattfindet, ist die einzellige Algengattung *Vaucheria* (Fig. 109.). Die Zelle zeigt hier an zwei entgegengesetzten Enden ein Wachsthum in verschiedenen Formen, wodurch der Unterschied eines Oben und Unten sich ergiebt; am unteren Ende wächst sie nämlich in viele, kurze chlorophyllose Verzweigungen aus, die in der Form an eine Wurzel erinnern und zur Befestigung der Zelle in der Unterlage sowie zur Auffaugung von Nahrung bestimmt sind; der ganze obere Theil der Zelle dagegen wächst in lange, grüne Schläuche aus, welche Chlorophyll enthalten und der Assimilation (Verarbeitung von Kohlensäure und Wasser unter dem Einfluß des Lichtes zu Stärkemehl) dienen. Auch die Fortpflanzungsorgane sind scharf differenzirt; die beiden Arten derselben, die diese Pflanze besitzt, bilden sich an der Spitze und an der Seite der Schläuche (Fig. 109, B u. D). Der Wachsthumstypus, den hier schon die einfache Zelle zeigt, kehrt eigentlich auf allen höheren Stufen der Pflanzennatur wieder, indem es sich immer um ein an seinen beiden Enden wachsendes Axenorgan handelt, an dessen Seiten wieder seitliche Organe zur Entwickelung kommen können. So ist von jener einzelligen Pflanzenform der nächst höhere Schritt wenig verschieden, wo die

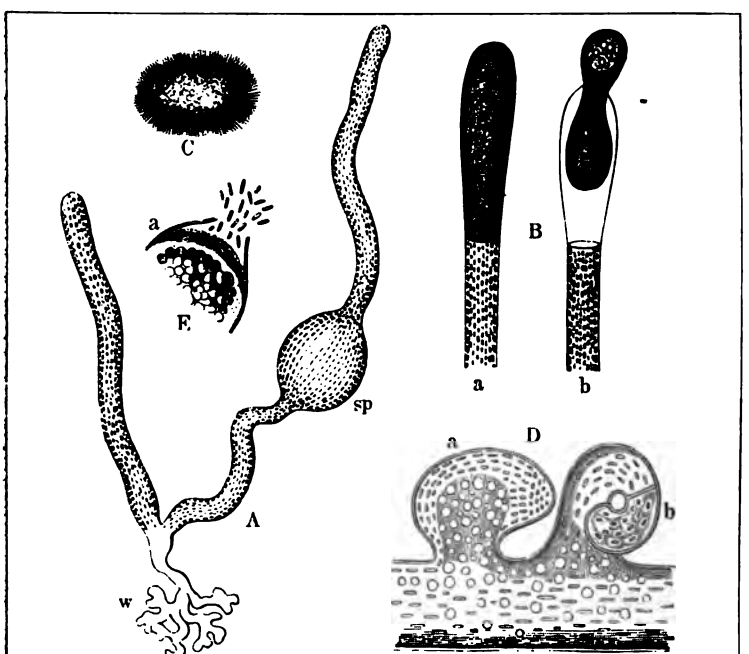


Fig. 109. **Vaucheria sessilis** Lyngb.

A Eine junge Pflanze aus der Sporenzelle sp aufgekeimt, durch Wachsthum an den Spitzen Schläuche bildend, am unteren Ende wurzelartige, kurze, farblose Zweige w treibend, B Spitzen der grünen Schläuche, in denen sich die Fortpflanzungszelle, Schwärmspore (C) entwickelt. D An der Seite eines Schlauches getriebene Aestchen, die zu den Geschlechtsorganen werden (bei E die Befruchtung).

Zelle durch Theilung mittelst Querscheidewänden zu einer Zellenreihe wird, deren §. 65.
am Ende gelegene Zelle (Scheitelzelle §. 51.) das Spitzenwachsthum unterhält und in demselben Maße rücklings durch successive Bildung von Querscheidewänden die Zellen der Reihe vermehrt (z. B. bei der Algengattung *Cladophŏra* Fig. 58.). Hieran schließt sich als die weitere Vervollkommnung desselben Princips der Fall, wo wir aus der Scheitelzelle durch vermehrte Bildung von Zellen statt einer Zellreihe einen aus Gewebe bestehenden Zellenkörper als ein an der Spitze wachsendes Axenorgan hervorgehen sehen oder auch wo die Scheitelzelle ersetzt ist durch mehrere gesonderte Meristeme (§. 51.), welche die einzelnen Gewebe fortbauen. Mit dieser Vervollkommnung der Axenorgane bei den höheren Pflanzen, wo sie die Wurzeln und Stengel darstellen, tritt auch eine Vervollkommnung der seitlichen Glieder ein, die namentlich in den mannichfaltigen Formen der Blätter an den Seiten der Axen gebildet werden. Auch die Organe, welche hier zur Fortpflanzung bestimmt sind, die Blüten, sind nur besondere Ausbildungsformen der Axenorgane und ihrer Blätter.

Hiernach wird man nicht erwarten können, daß es irgendwo eine bestimmte Grenze gebe, wo die vollkommneren Organe höherer Pflanzen von den einfachen Formen der niedrigsten Pflanzen unterschieden sind. Jene bilden sich, wenn wir die Reihe der Gewächse von unten an aufwärts verfolgen, allmählich aus einfachsten indifferenten Formen heraus. Wir können z. B. nicht angeben, wo der Stengel im Pflanzenreiche beginnt, und wenn wir es thun, so ist es rein willkürlich. Denn als ein Axenorgan müssen wir jeden Pflanzentheil bezeichnen, der durch Wachsthum an seiner Spitze sich in der Längsrichtung dauernd vergrößert und unterhalb seiner Spitze seitliche Organe hervortreten läßt. Eine andere Definition läßt sich nicht geben, wenn wir nicht Merkmale mit hinein ziehen wollen, die nicht nothwendig zum Begriffe gehören. Jenes trifft aber, wie wir oben sahen, schon bei der einfachen Zelle der *Vaucherĭa* zu, sie ist offenbar ein Axenorgan. Und wenn wir die Axenorgane der höheren Pflanzen Stengel und Wurzel nennen, so würde die strenge Consequenz auch fordern, daß wir schon bei der *Vaucherĭa* von Stengel und Wurzel reden. Ebenso wenig läßt sich angeben, wo eigentlich das Blatt beginnt, d. h. bei welchen niedrigsten Pflanzen wir berechtigt sind, in einem Seitenorgane einer Axe nicht mehr eine seitliche Wiederholung der letzteren, sondern etwas neues, ein Blatt zu erkennen. Bei *Cladophŏra* (Fig. 58.) verzweigt sich die als Axenorgan wachsende Zellreihe, aber die Zweige wachsen wieder so wie jene, und wenn auch manche kürzer bleiben, so vermögen sie doch ebenso kräftig wie das Hauptorgan sich zu verlängern und können nur als Wiederholungen, als Zweige der Axe gelten. Bei anderen Algen aber nehmen die Zweige schon eine andere Beschaffenheit an: sie schließen ihr Spitzenwachsthum bald ab und bleiben daher kurz, ihre Scheitelzelle kann sogar eine veränderte, inhaltsleere und theilungsunfähige Beschaffenheit annehmen, wodurch der Unterschied von der thätig bleibenden Scheitelzelle der lange Zeit fortwachsenden Axe noch mehr hervortritt. Dann muß man diese kurzen Seitenglieder von der Hauptaxe unterscheiden, mag man sie nun Kurztriebe oder schon Blätter nennen; zu letzterer Bezeichnung würden wir berechtigt sein, weil sie den für diese charakteristischen Unterschied von dem Wachsthume der Axe zeigen. Wie sich diese Differenz von Axe und Blatt erst allmählich aus anfänglich gleichartigen Verzweigungsgliedern herausgebildet hat, zeigt sich z. B. an der Alge *Draparnaldĭa plumōsa* (Fig. 110.). Wir sehen, daß nur der Hauptfaden als eigentliche Axe lange fortwächst, die seitlichen Glieder hören immer zeitiger zu wachsen auf, je weiter oben sie stehen, und an diesen sind die folgenden Verzweigungsgrade wiederum kürzer; immer erlischt das Spitzenwachsthum dieser seitlichen Glieder dadurch, daß ihre Scheitelzelle sich zu einem farblosen, fein gespitzten Haare verwandelt. Zuletzt geschieht dies auch mit der Hauptaxe, und man sieht daraus, daß hier nur erst ein gradueller Unterschied der verschiedenen Glieder besteht. Sowie aber die Mittelbildungen unterbleiben, und an der ungestört fortwachsenden Hauptaxe sogleich lauter einander gleiche, kurz bleibende Glieder sitzen, ist der Unterschied von Axe und Blättern bestimmt ausgesprochen. Wenn dies der Fall ist, so tritt gewöhnlich auch in der Stellung der als Blätter sich bildenden Seitenorgane eine bestimmte Regel ein, und ebenso nehmen dann die zu Zweigen der

§. 65. Axe werdenden Seitenorgane eine feste Stellung in Beziehung zu den Blättern an. Es gehört nicht einmal ein vielzelliger Pflanzenkörper dazu, um diese Differenzirung zu schaffen; unter den einzelligen Algen zeigt z. B. *Bryopsis* ihre schlauchförmige Zelle mit einem Spitzenwachsthume begabt, wodurch sie zu einem axenförmigen Theile sich streckt; zugleich treibt sie auch seitliches Wachsthum, wodurch blattartige, kurz bleibende, regelmäßig an der Seite der Axe stehende Ausfackungen der Zelle entstehen.

Hiernach ist einleuchtend, daß man zwar an einer höheren Pflanze wegen der hier bestehenden vollständigen Differenzirung die Organe bestimmt unterscheiden und als Wurzel, Stengel, Blatt definiren kann, daß aber auf sehr niedrigen Stufen des Pflanzenreiches eine solche Unterscheidung unsicher, endlich ganz unthunlich wird. Wenn wir also nicht eine einzelne Pflanze, sondern das Pflanzenreich in seiner Gesammtheit ins Auge fassen, so ist aus dem Vorhergehenden klar, daß man an keinem Punkte des Pflanzenreiches eine scharfe Grenze für den Begriff irgend eines differenten Organes setzen kann, sondern daß sich die Organe nach den unteren Stufen des Pflanzenreiches hin allmählich in undifferenzirte Gebilde verlieren, daß man also eigentlich gezwungen wäre, die Bezeichnungen Stengel, Blatt u. dergl. schon bei den niedrigsten Pflanzen da anzuwenden, wo nur einigermaßen eine solche Differenzirung angedeutet ist. Der wissenschaftliche Gebrauch pflegt aber nicht so zu verfahren, sondern die mehrerwähnten Begriffe auf die höheren Pflanzen zu beschränken, wo die Differenzirung dieser Organe eine völlig ausgeprägte geworden ist. Er erreicht damit den Vortheil einer schärferen Begriffsbestimmung, die sich ja sonst ins Unbegrenzte verlieren würde. Für alle niederen Pflanzen innerhalb der angenommenen Grenze hat man demnach zur Bezeichnung der Formbildung des Körpers, um die Ausdrücke Wurzel, Stengel, Blatt zu vermeiden, allgemein den Namen **Thallus**[1], **Thallom**, Laub oder Lager gewählt. Die Pflanzenklassen, welche von dem Besitze von Wurzeln, Stengeln und Blättern im engeren Sinne ausgeschlossen sind, und bei denen wir nur einen solchen Thallus finden, machen zusammen eine Abtheilung des Pflanzenreiches aus, die man deshalb die Thallophyten genannt hat. Zu ihnen gehören die Algen, Pilze und Flechten. Zum Unterschiede von den Thallophyten nennt man alle übrigen Pflanzen Cormophyten[2]. Der Begriff Thallus bedeutet nach dem Gesagten sowohl die einzellige Pflanze, an welcher noch gar keine morphologische

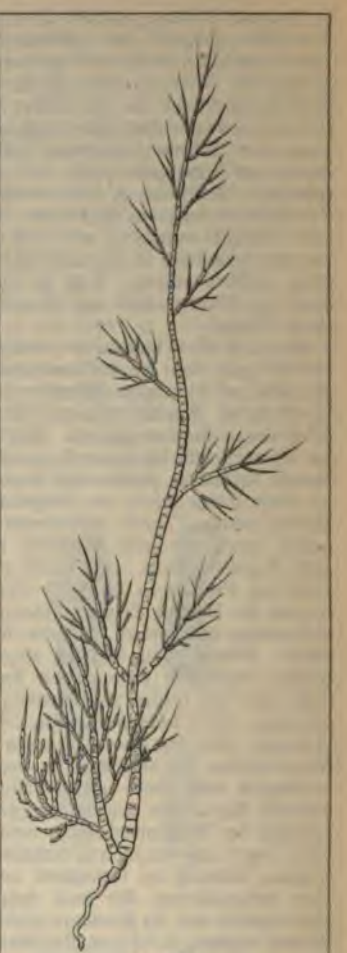


Fig. 110.
Eine ganze Pflanze der Alge *Draparnaldia plumosa* Ag., zeigt den Beginn der Differenzirung von Axe und Blättern (vergl. den Text); am unteren Ende die farblose wurzelartige Zelle. Vergrößert.

1) Θαλλός Zweig, Sprößling. 2) zusammengesetzt aus κορμός Stamm, Stengel und φυτόν Pflanze.

Organdifferenzirung wahrzunehmen ist, als auch alle die verschiedenartigen theilweise im Vorhergehenden beschriebenen Bildungen, die oft schon sehr bestimmt an die Organe der höheren Pflanze erinnern. Thallus ist somit eigentlich nur ein negativer Begriff für die Körper aller Pflanzen, die nicht zu denjenigen gehören, welchen der wissenschaftliche Gebrauch allein Stengel, Blätter ꝛc. zuschreibt. Ganz willkürlich ist indessen diese Begriffsbestimmung nicht. Es trifft nämlich für alle als Thallus bezeichneten Gebilde ausnahmslos die Abwesenheit von Fibrovasalsträngen (§. 55.) zu; dieselben bestehen also nur aus Zellen, nicht auch aus Gefäßen (§. 44.); während bei den übrigen Pflanzen in den echten Wurzeln, Stengeln und Blättern in der Regel Fibrovasalstränge vorhanden sind, nur in Ausnahmefällen fehlen. Die anatomische Unterscheidung der Pflanzen in Zellenpflanzen und Gefäßpflanzen fällt also zusammen mit derjenigen in Thallophyten und Cormophyten. Es kommen dann auch noch weitere, die beide Abtheilungen auszeichnende Merkmale hinzu, die sich auf die Fortpflanzung und die Geschlechtsverhältnisse beziehen, so daß in der Systematik des Pflanzenreiches die Grenze zwischen Thallophyten und Cormophyten eine weit schärfere ist, als in der Morphologie der Unterschied zwischen Thallus einerseits und Stengel, Blatt, Wurzel andererseits. Denn streng genommen sind doch auch jene anatomischen Unterschiede in der Morphologie, eben weil sie der Anatomie angehören, von nicht ausschlaggebender Bedeutung. Um so mehr ist es angezeigt, bei dem Gebrauche des Begriffes Thallus eingedenk zu bleiben, daß es sich dabei nur um eine conventionelle Unterscheidung von echten Stengeln ꝛc. handelt, und um so berechtigter ist es, wenn wir uns auch in der Morphologie der Thallophyten, z. B. bei vielen Algen der Ausdrücke Stengel und Blatt bedienen, um diese Organe am kürzesten zu bezeichnen. §. 65.

Thallotische Vereinfachung des Körpers auf höheren Stufen des Pflanzenreiches. Wenn wir in der Reihe der Gewächse aufwärts steigen, so treffen wir mehrfach Pflanzenarten, die wieder auf thallusartige Formen zurückgekehrt sind, obgleich sie nach ihren sonstigen Merkmalen, besonders nach der Bildung der Fortpflanzungsorgane, in die Verwandtschaft mit Pflanzen gehören, wo schon eine vollständige Differenzirung von Stengeln, Blättern ꝛc. besteht. Es ist dann immer deutlich, daß dies mit dem Vorkommen und der Lebensweise der Pflanze zusammenhängt. Und in der That ist diese letztere Beziehung ein viel einflußreicherer Regulator in der Gestaltung des Pflanzenkörpers, als die natürliche Verwandtschaft der Arten untereinander. Wie wir oben sahen, wird, wo nur irgend die Pflanze auf einer festen Unterlage sich festsetzen und im übrigen frei im Wasser oder in der Luft sich ausbreiten und aufwachsen kann, schon auf den tiefsten Stufen die Form einer Axe mit dem Gegensatz eines Unten und Oben, d. h. einer Wurzel und eines blättertragenden Stengels gewonnen, also das, was wir den eigentlich pflanzlichen Typus zu nennen berechtigt sind. Wo aber das Medium, in welchem die Pflanze sich entwickelt, eine solche Gestaltsbildung verbietet, da wird dieselbe aufgegeben und der Körper paßt sich ganz und gar den anderen Bedingungen an, seine Gestaltung sinkt zurück auf einfachere Verhältnisse, die wir recht eigentlich als Thallus bezeichnen könnten, weil sie in gar nichts mehr an die Formen von Axe und Blatt erinnern. Dies kann auf jeder Stufe des Pflanzenreiches eintreten. Zunächst allerdings schon sehr tief, nämlich in weiter Verbreitung bei den Pilzen. Diejenigen Pilze, denen ein zur freien Formbildung geeignetes Medium gegeben ist, d. h. welche frei im Wasser wachsen und dabei auf festen Gegenständen wurzeln, verhalten sich schon ganz, wie die oben betrachteten unter denselben Bedingungen wachsenden Algen, d. h. ihre Zelle nimmt sehr bald die differente Bildung eines oberen und unteren Endes an, in den ersten Anfängen schon bei Chytridien (s. Fig. 108.), noch viel ausgeprägter bei den Saprolegniaceen, wo ganz analog wie bei den Vaucherien (Fig. 109.) ein wurzelartiges fixirtes Ende und ein in entgegengesetzter Richtung aufwachsendes verzweigtes Axenorgan zustande kommt. Aber die meisten Pilze wachsen unter anderen Verhältnissen: in der Substanz fester Körper, in welcher nur die zufällig vorhandenen kleinen Zwischenräume oder die am leichtesten durchdringbaren Punkte von der Pflanze eingenommen werden können. Die Zelle verläßt hier ganz und gar den vorhin bezeichneten echt pflanzlichen Typus; derselbe würde hier unmöglich sein. Sie wächst zwar auch an der Spitze ununterbrochen weiter und wird zu

§. 65. einem Schlauche oder Faden und verzweigt sich in eben solche Fäden. Aber dieses geschieht im allgemeinen ohne jede morphologische Regel, nämlich so wie es das Substrat gerade gestattet. Wir sehen gewöhnlich eine zahllose Menge von Fäden das Substrat nach allen Richtungen durchziehen, die zwar mit einander zusammenhängen, da sie als Zweige einer aus dem anderen hervorgehen, von denen aber jeder für sich selbständig wächst, und die je nach der Beschaffenheit des Substrates hier in spärlicherer, dort in reicherer Menge entwickelt, oft sogar unter einander filzartig verflochten sein können (Fig. 111, A). Man nennt bei den Pilzen diese Fädenmasse das Mycelium; dasselbe ist bei den meisten Pilzen zu finden, denn diese wachsen meist in der Erde, oder in faulenden Substanzen oder in den Körpern anderer Pflanzen u. dergl., wo in den Zwischenräumen der Substanz kein regelmäßig gegliedertes Wachsthum möglich ist. Nur die Fruchtorgane bringen die Pilze, wenigstens die vollkommeneren, an der Oberfläche des Substrates zur Entwickelung. Ganz in derselben Weise vereinfacht sich sogar auf viel höheren Stufen des Pflanzenreiches, wo schon differenzirte Wurzeln, Stengel und Blätter Regel sind, die Organisation wieder bei denjenigen Pflanzenarten, die als Parasiten im Körper anderer Pflanzen sich entwickeln müssen. Auch hier kann es zu einem vollständigen Aufgeben der Bildung der eben genannten Organe, zu einem Zurücksinken auf eine echte Myceliumbildung, wie wir sie bei den parasitischen Pilzen finden, kommen; am vollständigsten da, wo der ganze Körper des Parasiten sich in die Nährpflanze zurückzieht. Das merkwürdigste Beispiel dafür liefern die Cytineen, unter denen sich besonders *Pilostyles Hausknechtii* Boiss. auszeichnet (Fig. 112.). Diese Cytinee schmarotzt auf dornigen *Astragălus*-Arten und scheint nur aus Blüten zu bestehen, welche unmittelbar aus der Nährpflanze hervorwachsen, ohne Stengel und Blätter. Aus der Rückenseite des scheidigen Blatttheiles des *Astragălus* kommen unmittelbar je zwei Blüten des Parasiten hervor, alle übrigen Organe des letzteren befinden sich in der Nährpflanze. Die Blüte sitzt einer polsterförmigen Gewebemasse (Floralpolster) auf, von welcher unregelmäßige bandförmige Fortsätze ausgehen und im Rindeparenchym des *Astragălus*-Stengels sich verlieren. Auf jungen Entwickelungszuständen bemerkt man fadenförmige Zellenreihen (Fig. 112, C), welche unregelmäßig geschlungen die Rinde des Stengels durchziehen, auch im Marke verbreitet sind, die Markstrahlen durchziehen und bis unter den Scheitel des Stengels verfolgt werden können (Fig. 112, B). Es ist das Mycelium oder der Thallus des *Pilostyles*. Diese Fäden verbinden die oft in großer Zahl an einem Triebe sitzenden Floralpolster unter einander und erzeugen dieselben auch. Denn die Fäden dringen aus der Rinde in die jüngsten Blätter ein und entwickeln in der Basis derselben durch Zelltheilungen ein Nest polygonaler Zellen, das junge Floralpolster. Eine so hochgradige thallotische Vereinfachung des Pflanzenkörpers tritt freilich nicht bei allen höheren Pflanzen von ähnlicher Lebensweise ein, weil

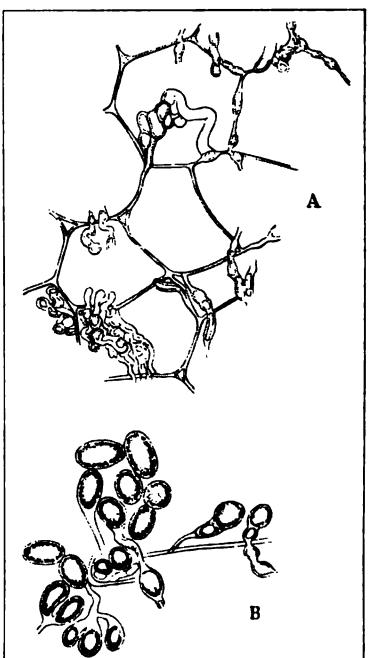


Fig. 111.

Thallus eines Brandpilzes (*Ustilago carbo* Tul.). A Durchschnitt des Zellgewebes einer Getreideblüte, darin das Mycelium, aus Fäden bestehend, welche regellos durch die Zellen und Zellmembranen des Gewebes wachsen. B die Fäden in der Sporenbildung begriffen. 500fach vergrößert.

§. 65.

Fig. 112.

Pilostyles Hausknechtii Boiss., eine Schmarotzerpflanze auf *Astragalus*-Sträuchern. Die Organe des Schmarotzers sind durch tief schwarze Färbung in der Figur hervorgehoben.

A Durchschnitt durch ein Blattpolster des *Astragalus* mit den zwei Blütenknospen des Schmarotzers, die noch in der Blattmasse n eingeschlossen sind. Jede sitzt auf einer polsterförmigen dem Schmarotzer angehörigen Gewebemasse (Floralpolster). Schwach vergrößert.

B Längsschnitt durch die Stengelspitze des *Astragalus*. Man sieht die Floralpolster in der Basis aller durchschnittenen jungen Blätter, und von denselben ausgehend die Myceliumstränge des Schmarotzers durch die Rinde, und spärlicher auch durch das Mark der Nährpflanze bis oben in den Vegetationspunkt derselben sich erstrecken. Schwach vergrößert.

C Längsschnitt des Markes der Nährpflanze mit den Mycelfäden des *Pilostyles*, welche verzweigte Zellenreihen bilden. 80fach vergrößert. Nach Solms-Laubach.

sich nur selten der Körper soweit in den Organismus der Nährpflanze zurückzieht. Aber auch dann bemerken wir immer, daß diejenigen Theile, welche sich innerhalb der Nährpflanze entwickeln müssen, ihren legitimen Organtypus mehr oder weniger preisgeben und eine Hinneigung zu ähnlicher Vereinfachung und Auflösung in thallusartige Gebilde zeigen (so die als Saugwurzeln oder Haustorien beziehendlich als Senker bezeichneten Organe bei Cuscuteen, Orobancheen, Loranthaceen ꝛc.).

Die Grundformen der Organe bei den Cormophyten. Ueberall, wo wir nicht von einem Thallus reden, also bei der Mehrheit der Cormophyten, läßt die Gliederung des Körpers folgende vier Grundformen von Organen morphologisch unterscheiden. Unter diesen sind sämmtliche Glieder der Pflanze inbegriffen; es giebt kein morphologisches Organ an der Pflanze, welches nicht zu einer dieser vier Arten gehörte.

§. 65.

Das Organ wächſt durch Neubildung an ſeiner Spitze (Scheitel) unbegrenzt in die Länge (die Spitze der jüngſte Theil) und erzeugt oft unter der fortwachſenden Spitze ſeitliche Glieder, welche dem Hauptorgane gleichartig, d. h. Zweige deſſelben ſind: **Axenorgane im weiteren Sinne.**

- Unter dem Scheitel bilden ſich (außer den Zweigen) in regelmäßiger Anordnung ſeitliche Glieder in Form von Blättern (Nr. 3), welche an den Seiten des Organes ſtehen ... **1. Stamm, Stengel, Caulom, Axe oder Sproß.**
- Der Scheitel iſt mit einer Haube (Wurzelhaube) bedeckt und bildet keine Blätter, die daher dem ganzen Organe fehlen ..... **2. Wurzel.**

Das Organ iſt keines unbegrenzten Wachsthums am Scheitel fähig, hört daher bald auf zu wachſen und nimmt eine begrenzte und beſtimmte Geſtalt an, tritt ſtets als ſeitliches Organ anderer Organe (beſonders der Axenorgane) auf.

- Nur unter dem Scheitel der Stengel entſtehend, in regelmäßiger Stellung an den Seiten derſelben angeordnet, in der Regel unter gleichmäßiger Betheiligung des Dermatogens und Periblems (§. 51.) ſich bildend, daher meiſt auch mit Fibrovaſalſträngen (§. 55.) verſehen ..... **3. Blatt, Phyllom.**
- An Blättern, Wurzeln und Stengeln, hier ſpäter als die Blätter entſtehend, ohne regelmäßige Stellung meiſt nur aus dem Dermatogen (§. 51.) ſich bildend und daher meiſt ohne Fibrovaſalſtränge und gewöhnlich von geringer Maſſenentwickelung ..... **4. Haar, Trichom.**

Metamorphoſe. Jedes der Organe, die wir im Vorhergehenden als Thallus, Wurzel, Stengel, Blatt, Haar definirt haben, kann nun wieder in ſeiner Ausbildung große Mannichfaltigkeiten zeigen, ohne ſich dabei der Merkmale zu entäußern, die ſeinen morphologiſchen Charakter bedingen. Wir ſehen, daß bei dieſen Umgeſtaltungen und Ausſtattungen der Grundformen der Organe der Lebenszweck, dem ſie dienen, das Beſtimmende iſt. Ein und daſſelbe morphologiſche Organ kann bald dieſem, bald jenem Lebenszwecke dienſtbar gemacht werden und tritt dem entſprechend, bald in dieſer, bald in jener Form vor uns, und ſelbſt an einer und derſelben Pflanze können gleichnamige morphologiſche Organe in verſchiedener Weiſe metamorphoſirt ſein, um verſchiedenen Zwecken für das Leben zu dienen. Man nennt dieſe Wandelbarkeit eines Organes und die Umwandlungen ſelbſt die Metamorphoſe. Am geringſten iſt dieſelbe bei den Wurzeln, weil dieſe in ihren Functionen wenig Verſchiedenheiten zeigen. Doch kann ſich eine Wurzel zu einem knolligen Organe umbilden, wenn ſie zur Aufnahme von Reſervenährſtoffen für die nächſtjährige Vegetationsperiode eingerichtet werden ſoll. Bei *Jussiaea*-Arten wird aus manchen Wurzeln ein Schwimmapparat gebildet, indem ſie eine mächtig entwickelte, viele lufthaltige Intercellularräume bildende Rinde bekommen. Die vielfältigſte Metamorphoſe erleidet das Blatt: dieſes kann auftreten in Form von Schalen (an den Zwiebeln), von Schuppen (an unterirdiſchen Stengeltheilen, Knospen ꝛc.) und dient hier allein zur ſchützenden Bedeckung jüngerer Theile. Oder die Blätter erſcheinen als die eigentlichen grünen Laubblätter, um die Verrichtung der Aſſimilation zu übernehmen, oder als Ranken, die der Pflanze zum Klettern, oder als Dornen, die ihr zur ſchützenden Wehr gegen thieriſche Angriffe dienen. Endlich nimmt das Blatt die Form derjenigen Organe an, aus welchen die Blüten zuſammengeſetzt ſind, zu denen Staubgefäße, Piſtille und Samenknospen gehören, und werden ſomit zum Geſchäfte der Fortpflanzung eingerichtet. Auch Stengelorgane ſind bisweilen metamorphoſirt. Während ſie in der Regel cylindriſche, langgeſtreckte Geſtalt und kein oder wenig chlorophyllführendes Gewebe haben, ſehen wir in manchen Fällen ſie ſelbſt blattartig ſich geſtalten oder ſonſt voluminös werden und ſich mit grünem Gewebe ausſtatten, alſo zu Aſſimilationsorganen werden und die Rolle der dann gewöhnlich fehlenden oder auf Rudimente reducirten Blätter übernehmen (Cacteen). Oder ſie verwandeln ſich in Knollen und dienen dann als Aufbewahrungsorte für Reſervenährſtoffe; oder ſie können in Ranken zum Klettern oder in Dornen metamorphoſirt ſein. Die Haare erſcheinen bald als wollige Umhüllungen junger Blätter, bald als Nahrung aufſaugende Organe (wie die Wurzelhaare an den meiſten Wurzeln), bald in Form ſteifer, ſtechender Borſten oder Stacheln, alſo als Waffe gegen thieriſche Feinde, und ſelbſt zu Fortpflanzungsorganen können ſie ſich ausbilden, wie die Sporangien der Farnkräuter, welche metamorphoſirte Trichome auf der Unterſeite der Farnblätter darſtellen. Man ſieht, daß verſchiedene morphologiſche Organe für einen und denſelben Lebenszweck eingerichtet werden können, bei einer

Pflanze dieses, bei einer anderen jenes. Will man die Glieder nach ihrem Dienste für das Leben der Pflanze als Organe bezeichnen und darnach eintheilen, so ist keine Uebereinstimmung zu erwarten mit der morphologischen Begriffsbestimmung und Eintheilung der Organe. Man muß also wohl unterscheiden zwischen morphologischen und physiologischen Organen und in der Morphologie darf bei der Unterscheidung der Organe die Rücksicht auf ihre physiologische Function in erster Linie gar nicht in Betracht kommen.

Aufgabe und Eintheilung der Morphologie der Pflanzen. Die Morphologie hat die Gesetze der Entwickelung und des Wachsthumes der Pflanzenorgane, soweit sie die jeweilige Gestalt und Beschaffenheit der letzteren bedingen, zu erforschen und wissenschaftlich darzustellen. Es ist unmöglich, in dieser Darstellung das ganze Pflanzenreich auf einmal zu behandeln, und zwar schon deshalb, weil die Grundformen der Organe, die wir unterscheiden und von deren Betrachtung die Morphologie ausgeht, nicht bis auf die untersten Stufen des Pflanzenreiches zu verfolgen sind, sondern hier der Thallus (S. 146) als ein besonderes Gebilde auftritt. Aber selbst in denjenigen Pflanzenklassen, wo Wurzeln, Stengel ꝛc. zu unterscheiden sind, üben die verschiedenen Verhältnisse der Fortpflanzung und des Geschlechtslebens einen solchen Einfluß auf den ganzen Entwickelungsgang der Pflanze und somit auch auf ihre Organbildung, daß die Morphologie die Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches einzeln für sich in Betracht ziehen muß. Wir geben daher zur vorläufigen Orientirung nachstehend eine Uebersicht über die Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches unter Angabe der wichtigsten Charaktere derselben, die freilich erst mit Hülfe der folgenden Capitel völlig verständlich sind.

- Die Fortpflanzung geschieht durch Samen. Die Pflanze bildet Stengel, Blätter und Wurzeln und enthält Gefäßbündel (Gefäßpflanzen). Die Geschlechtsorgane (Blütenstaub und Samenknospe) treten auf der entwickelten Pflanze auf (in den Blüten); ihr Produkt ist der Samen ..... **I. Phanerogamen, Blütenpflanzen, Samenpflanzen.**
- Die Fortpflanzung geschieht durch Sporen: **II. Cryptogamen, Sporenpflanzen.**
  - Die Geschlechtsorgane (Archegonien und Antheridien) erscheinen erst nach der Keimung der Sporen, auf einem thallusförmigen sogen. Vorkeime. Aus der befruchteten Eizelle des Archegoniums entwickelt sich die eigentliche Pflanze, welche Stengel, Blätter und Wurzeln bildet und mit Gefäßbündeln versehen ist (Gefäßpflanzen) und zuletzt wieder Sporen in einem Sporangium erzeugt ..... 1. Gefäßkryptogamen.
  - Die Pflanze bildet nur einen Thallus, besteht nur aus Zellen (Zellenpflanzen).
    - Die Geschlechtsorgane (Archegonien und Antheridien) erscheinen erst auf dem erwachsenen Thallus, welcher meist beblätterten Stengeln ähnlich ist. Aus der befruchteten Eizelle des Archegoniums entwickelt sich eine Kapsel, in welcher die Sporen durch Viertheilung von Mutterzellen erzeugt werden ..... 2. Moose.
    - Die Pflanze bildet einen echten Thallus. Differente Geschlechtsorgane fehlen oder, wo sie vorhanden, ist das weibliche kein Archegonium, sondern meist nur eine einfache Zelle, welche eine oder mehrere Eizellen enthält, die durch die Befruchtung unmittelbar zu den Sporen werden ..... 3. Thallophyten.

I. Morphologie der Phanerogamen (Phanerogămae §. 65.).

A. Der Stamm oder Stengel (caulis) oder Sproß (§. 65.).

1. Begriff und Wachsthumsweise des Stengels.

§. 66. Die Charaktere des Stengels sind: das unbegrenzte Wachsthum in die Länge durch Neubildung am Scheitel und die Bekleidung mit Blättern. Als das eigentliche Axenorgan, an welches die anderen Glieder sich anschließen, bildet sich der Stengel der Phanerogamen bei der Entwickelung der jungen Pflanze im Samen schon frühzeitig. Wir finden an der Keimpflanze, wenn sie eben aus dem gekeimten Samen

§. 66. hervorgetreten ist, und auch schon an dem noch im Samen ruhenden Keimlinge den Stengel in allen seinen Charakteren deutlich von den übrigen Organen des Pflänzchens unterschieden. Er bildet hier mit der Wurzel zusammen die Axe der jungen Pflanze; diese Axe zeigt an dem einen (oberen) Ende die Charaktere des Stengels, am anderen (unteren) Ende diejenigen der Wurzel. Die Grenze zwischen beiden läßt sich genauer angeben. Sie fällt keineswegs mit der Grenze von Erdboden und Luft zusammen, da die höhere oder tiefere Lage des Samens im Boden eine ganz zufällige ist. Vielmehr ist dieser Punkt ein organisch bestimmter. Er muß etwas unterhalb der ersten Blätter (Samenblätter oder Kotyledonen), die wir am Keimpflänzchen bemerken, gesucht werden, weil das Stück Axe, welches diese Blätter trägt, begriffsgemäß noch zum Stengel gehört (Fig. 113.). Wir haben also als unterstes Stück des Stengels dasjenige anzuerkennen, welches die beiden Kotyledonen, beziehendlich das eine Samenblatt, wo nur ein solches vorhanden ist, trägt und unter sich keine Blätter mehr hat, sondern in die Wurzel unmittelbar übergeht. Wir nennen dieses Stück des Stengels das hypokotyle[1] Glied. Sein unteres Ende, also seine eigentliche Grenze gegen die Wurzel markirt sich bei den meisten Pflanzen erstens durch den inneren Bau, indem die Anordnung der Fibrovasalstränge an der Grenze von hypokotylem Glied und Wurzel die Charaktere der letzteren erhält (s. S. 121), und zweitens durch die Wachsthumsverhältnisse des hypokotylen Gliedes, d. h. durch das intercalare Wachsthum (§. 28.), wodurch es zu ansehnlicher Länge sich streckt und die Kotyledonen über den Boden erhebt (Fig. 113, B). Der Punkt, bis zu welchem sich diese aufwärts gerichtete Streckung wahrnehmen läßt, bildet ungefähr die Grenze zwischen Stengel und Wurzel. Es giebt auch Pflanzen, bei welchen keine Streckung des hypokotylen Gliedes stattfindet, die Kotyledonen also an dem Punkte unter der Erde verbleiben, wo der Samen ausgelegt war; dann bleibt das hypokotyle Glied von außerordentlich geringer Länge, seine untere Grenze liegt sehr nahe unter der Insertion der Kotyledonen (Fig. 113, A).

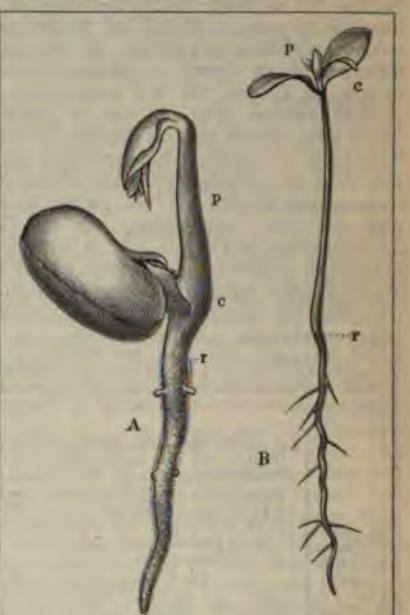


Fig. 113.

Keimpflanzen, A von *Vicia faba*, B von *Linum usitatissimum*. r die Grenze zwischen Stengel und Wurzel. c der Kotyledonenknoten (Stelle, wo die Samenblätter oder Kotyledonen am Stengel sitzen). Das Stengelstück zwischen r und c das hypokotyle Glied, bei B durch Streckung verlängert, wodurch die Kotyledonen über die Erde gehoben werden, bei A kurz bleibend, weshalb die Kotyledonen im Samen unter der Erde bleiben. p das nach oben weiter wachsende Stengelchen mit seinen jungen Blättern (das sogenannte Federchen, plumula).

Durch die Bekleidung des Stengels mit Blättern ist eine Gliederung desselben gegeben. Jedes Querstück des Stengels, an welchem ein Blatt oder mehrere Blätter nebeneinander angewachsen sind, heißt Knoten (nodus). Das zwischen zwei aufeinanderfolgenden Knoten befindliche Stück heißt Internodium, Zwischenknotenstück oder Stengelglied. Wenn die Basis des Blattes den Stengel umfaßt, oder wenn die Blätter gegen- oder quirlständig sind, ist der Knoten bisweilen etwas verdickt und deshalb ist dieser Namen gewählt worden. In den meisten Fällen ist aber eine solche Verdickung nicht wahrzunehmen. Hiernach ist der Punkt,

1) Zusammengesetzt aus ὑπό unter und cotylēdon das Samenblatt.

an welchem die Kotyledonen (Fig. 113, c) inserirt sind, der erste Knoten des Stengels, §. 66.
der auch Kotyledonarknoten genannt wird. Die Internodien zeigen in ihrer Länge große Mannichfaltigkeiten. Sie können zu ansehnlicher Ausdehnung gestreckt sein, die Blätter stehen dann in weiten Entfernungen von einander. Der ganze Schaft des *Taraxăcum officināle*, auf welchem das Blütenköpfchen steht, ist sogar ein einziges Internodium, desgleichen der Halm von (*Scirpus lacūstris*, *Juncus conglomerātus* Fig. 141.) ꝛc. bis an den Blütenstand hinauf. Umgekehrt können die Internodien so kurz bleiben, daß sie sich kaum unterscheiden lassen, indem die Knoten fast unmittelbar aneinander grenzen, die Blätter also dicht übereinander stehen, scheinbar von einem Punkte des Stengels aus entspringen, wie z. B. bei den an vielen Pflanzen vorkommenden Wurzelblättern, oder an den Blättern der Zwiebeln, wo überall die zwischen den aufeinander folgenden Blättern stehenden Internodien so kurz bleiben, daß die Blätter nicht auseinander gehoben werden. Von diesen beiden Formen kann man die erste als gestreckte, die zweite als verkürzte oder gestauchte Internodien bezeichnen.

Jeder im Wachsthum begriffene Stengel hat an der Spitze seinen jüngsten Punkt, an welchem die Fortbildung desselben in der Längsrichtung erfolgt. Ein Längsdurchschnitt durch die Stengelspitze läßt erkennen, daß der Stengel hier endigt als ein meist stumpf kegelförmiger oder halbrunder Scheitel, welcher nur aus kränzelligem Meristem (§. 51.) besteht und der Vegetationspunkt genannt wird (Fig. 114, v). Durch die zellbildende Thätigkeit seines Meristems, wird dieser Scheitel immer weiter fortgebaut; er stellt also das wachsende Stengelende vor. Rückwärts sehen wir den Vegetationspunkt allmählich die Eigenschaften des ausgebildeten Stengels annehmen, und aus den nach unten aufeinanderfolgenden Zuständen einer in dieser Weise längsdurchschnittenen Stengelspitze können wir unmittelbar ein Bild construiren für die Veränderungen, die ein und derselbe Punkt des Stengels von seinem Zustande im Vegetationspunkte an bis zu seiner Fertigbildung zeitlich successiv erfährt. Da sehen wir denn, daß der Stengel immer zuerst allein vorhanden, also das Primäre ist, an welchem erst secundär die seitlichen Organe (insbesondere Blätter) sich bilden (Fig. 114, v). Der Vegetationspunkt

Fig. 114.

Spitze des **Stengels** von *Ceratophyllum demersum*, von den größeren jungen Blättern, die sie bedecken, befreit und der Länge nach durchschnitten, endigt oben in den **Vegetationspunkt** v, welcher blattlos ist, aber wenig unterhalb an seiner Seite die Höcker b hervortreten läßt, welche die ersten Anfänge der Blätter darstellen, auf welche nach unten immer größere und entwickeltere junge Blätter folgen. Die Internodien zwischen den Blattquirlen sind noch alle verkürzt, erst am untersten ist ein Anfang von Streckung eingetreten. 60fach vergrößert.

ist einzig und allein die Endverlängerung des Stengels, er zeigt zunächst an seiner Seite noch keine Spur von Blattanfängen; erst ein gewisses Stück unterhalb des Scheitels treten die ersten Höckerbildungen an der Seite des jungen Stengels als Anfänge von Blättern (b b) hervor; und diese nehmen dann nach abwärts verfolgt rasch an Größe und Ausbildung zu; die nächstälteren reichen zwar mit ihrer Spitze noch nicht bis an den Stengelscheitel hinauf, aber die dann folgenden zeigen sich in ihrem Wachsthume schon soweit gefördert, daß sie, obgleich die Entfernung ihrer Insertion vom Stammscheitel größer ist, doch mit ihrer Spitze an diesen hinaufragen und die noch älteren Blätter (wiewohl sie immer noch Jugendzustände sind) erheben sich weit über den Vegetationspunkt, so daß dieser immer von den jüngeren Blättern ganz verdeckt ist. Dieses Kurzbleiben der Stengelspitze gegenüber ihren Blättern rührt von dem Verhalten der Internodien her. Wir sehen ausnahmslos, daß die jungen Blattanlagen am Vegetationspunkte dicht über einander entstehen, die Internodien also zunächst nicht entwickelt sind. Das trifft auch dort zu, wo späterhin die Internodien zu einer beträchtlichen Länge sich strecken. Dieser anfängliche Zustand bleibt immer bis zu einer gewissen Entfernung unter den Stengelscheitel unverändert, während die jungen Blätter, wie erwähnt, kräftig im Wachsthume fortfahren, und im allgemeinen beginnen die Internodien erst dann sich zu strecken, wenn ihre Blätter nahezu vollständige Größe erlangt haben, dafern überhaupt eine Streckung an ihnen eintritt. Der oben erwähnte Unterschied von verkürzten und gestreckten Stengelinternodien erklärt sich also dahin, daß jenes überhaupt der ausnahmslose primäre Zustand aller Internodien, die Streckung nur ein in gewissen Fällen eintretender secundärer Vorgang ist. Aus den beschriebenen Wachsthumsverhältnissen der Stengelspitze folgt auch das gewöhnliche Aussehen der Spitzen wachsender Stengel, nämlich daß dort die jüngsten Blätter dicht um einander stehen und daß nach einwärts immer kleinere, jüngere Blattbildungen aufeinander folgen, bis man ganz im Innern auf den Vegetationspunkt gelangt. Die ganze noch unentwickelte Spitze eines Stengels, sammt den noch übereinander liegenden jungen Blättern desselben, heißt **Knospe** oder **Auge** (gemma).

Die Streckung der Internodien beruht auf einem intercalaren Wachsthume (§. 28.) der Membranen aller Zellen in der Längsrichtung des Stengels. Die Zellen selbst werden dadurch länger, und im Grundgewebe (§. 58.) geht dabei auch die Zelltheilung durch Querscheidewände noch eine Zeitlang fort, so daß auch die Zahl der Zellen in der Längsrichtung zunimmt. Im allgemeinen findet dieser Proceß in der ganzen Länge des sich streckenden Internodiums statt. Aber da, wo die Internodien besonders lang werden, ist häufig in einer bestimmten Region derselben die Streckung am ausgiebigsten und am anhaltendsten. Bei Stengeln mit gegen- oder quirlständigen Blättern liegt diese Region gewöhnlich in der oberen Hälfte des Internodiums, unweit des oberen Endes. Umgekehrt bei Stengeln mit langen, stengelumfassenden Blattscheiden, wie bei den Gräsern; hier bleibt der untere in der Scheide verborgene Theil des Internodiums lange Zeit im Zustande dieser Streckung, das Halmglied schiebt sich durch Zuwachs von unten aus der Scheide heraus.

II. Verzweigung des Stengels.

§. 67. Bei den Phanerogamen verzweigt sich der Stengel allgemein seitlich oder monopodial (§. 16, 1), d. h. es bilden sich an der Seite desselben neue Vegetationspunkte, welche zu neuen Stengelorganen auswachsen, die nun im Verhältnisse zum Hauptstengel als dessen Zweige oder Aeste (rami) gelten. Da nun jeder jugendliche Zustand eines Stengels die Beschaffenheit einer Knospe (§. 66.) hat, so zeigt sich der Beginn einer Verzweigung in dem Auftreten von Knospen an der Seite des Stengels. Dadurch macht sich die Unterscheidung der seitlichen Knospen von derjenigen Knospe nöthig, mit welcher der Hauptstengel selbst endigt. Letztere wird Endknospe, Gipfelknospe oder Terminalknospe, der aus ihr sich bildende Sproß der End-, Gipfel- oder Terminalsproß genannt. Die seitlichen Axen sind nun aber ihrer ersten Entstehung nach, d. h. hinsichtlich des Ortes ihrer Anlage am Hauptstengel, zweierlei Art, und hiernach gelten für sie oder ihren Knospenzustand auch zweierlei Bezeichnungen:

§. 67. 1) **Seitenzweige, Seitensprosse** oder **achselständige Zweige,** beziehendlich **Seitenknospen** oder **achselständige Knospen** oder **Achselknospen.** Das sind die gewöhnlichen Knospen, welche die normale Verzweigung des Stengels bedingen. Die Vegetationspunkte derselben bilden sich stets nahe unter dem Scheitel des Hauptstengels, dort, wo die Höcker der Blattanlagen entstehen, und sie erscheinen ganz ähnlich wie diese als aus Meristem bestehende Höcker an der Oberfläche des Stengels. Dazu kommt ihre regelmäßige, in einer festen Beziehung zu den Blättern stehende Stellung, indem die Seitenknospe meist unmittelbar über der Insertion des Blattes sich befindet, in der sogenannten Blattachsel, d. i. der Winkel, den das Blatt mit dem über demselben stehenden Internodium bildet (Fig. 115.). Das Blatt nennt man in Bezug auf seine Achselknospe das Tragblatt oder Stützblatt. Der den Anfang eines achselständigen Zweiges bezeichnende Höcker erscheint in den meisten Fällen rasch nach dem Auftreten des Blatthöckers, wenn er auch zunächst längere Zeit auf diesem anfänglichen Zustande stehen bleibt. Bisweilen bildet er sich sogar nahezu gleichzeitig mit ihm, so daß Tragblatt und Achselknospe zuerst wie ein einziger Höcker hervortreten und erst bei etwas weiterer Vergrößerung die beiden Glieder ihre getrennten Wachsthumsrichtungen einschlagen. Es kommt sogar bisweilen vor, daß das Tragblatt auf seinen ersten Entwickelungsstadien stehen bleibt oder selbst gar nicht zu einer sichtbaren Entwickelung kommt und nur der Achselsproß sich entwickelt: die Orte, wo eigentlich Blätter stehen müßten, sind dann nur durch die Insertion der Zweige bezeichnet, denn diese zeigen genau die Stellung der Blätter an. So sind z. B. in den Trauben der Cruciferen die Blütenstiele an der Hauptaxe inserirt, ohne daß eine Spur von Tragblättern an ihrer Basis zu sehen wäre. In der Regel tritt in einer Blattachsel nur je eine Knospe auf, die dann genau in der Mediane (§. 17.) des Blattes zu stehen pflegt (vergl. Fig. 115.). Bei manchen Pflanzen bilden sich aber regelmäßig mehrere Knospen in einer Blattachsel. Gewöhnlich ist dann eine von ihnen die größte und kräftigste und diejenige, welche sich meist allein zu einem wirklichen Sproß entwickelt, während die anderen meist schlafend bleiben und oft nie zur Entwickelung kommen. Da jene meist auch die Stellung hat, welche sonst die einzige Achselknospe zu haben pflegt, so nennt man die übrigen accessorischen[1]) Knospen oder Beiknospen. In der Regel stehen auch diese in der Mediane des Tragblattes, daher mit der eigentlichen Achselknospe in einer Längsreihe, und zwar entweder über derselben, wie z. B. bei *Lonicĕra*, wo mehrere Beiknospen über einander stehen, welche nach oben stufenweis kleiner werden (Fig. 116.), oder unter derselben, zwischen ihr und der Blattbasis; so steckt z. B. bei *Rubus* in diesem Raume eine kleine Beiknospe. Bei Blättern, die mit breiter Basis einen großen Theil des Stengelumfanges einnehmen, können die Beiknospen neben einander in einer Reihe aus der breiten Blattachsel entspringen, z. B. in der Achsel der schuppenförmigen Blätter der Zwiebel von *Muscāri*, sowie die zu mehreren neben einander in den Achseln der Deckblätter sitzenden Blüten von *Musa*. Secundärknospen oder Säumaugen heißen dagegen diejenigen

Fig. 115.

Längsschnitt durch die Spitze eines jungen Zweiges von **Robinia pseudacacia.** pv der Vegetationspunkt desselben, darunter an der Hinterseite) das jüngste Blatt c mit seinen Nebenblättern b b. A und B die beiden nächstälteren Blätter, in deren Achseln bereits die Höcker c zu sehen sind, welche die Entstehung der Achselknospen bedeuten. 40fach vergrößert, nach Schacht.

1) Von accedĕre hinzutreten.

§. 67.

Fig. 116.

Accessorische Knospen von *Lonicĕra xylostĕum*. n n die Narben der abgefallenen Blätter, über denen je 3 ungleichgroße Achselknospen stehen. Schwach vergrößert.

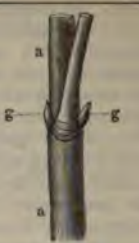


Fig. 117.

Secundärknospen von *Salix purpurĕa*. Der Stengel a a trägt über der sichtbaren Narbe des vorjährigen Blattes einen Seitenzweig, an dessen Basis rechts und links bei g die beiden Secundärknospen entspringen. Schwach vergrößert.

Knospen, welche aus der Achsel der untersten, schuppenförmigen Blätter (Knospenschuppen) der Knospe selbst als kleine, meist rechts und links an der Basis derselben stehende Knöspchen entspringen, also dem Seitensproß nicht gleichwerthig, sondern Achselsprossungen aus der Basis desselben sind. Diese zeigt z. B. oft *Salix purpurĕa*, wo dieselben ebenfalls gewöhnlich unentwickelt bleiben (Fig. 117.). Die Beiknospen und Secundärknospen haben aber insofern einen Nutzen, als sie, wenn die normalen Achselsprosse durch Insectenfraß, Frost und dergl. zerstört sind, austreiben und den Zweig neu belauben können (Ersatztriebe bilden).

Da die Stellung der Seitenknospen und Seitenzweige sich nach der Blattstellung richtet, so kann man die Bezeichnungen, welche für diese im Gebrauche sind (☞ §. 17 und 18), auch auf die der Zweige übertragen. Ueberhaupt nennen wir den Stengel, wenn er keine Zweige bildet, einfach (simplex), im Gegentheile ästig oder verzweigt (ramōsus). Die Zweige heißen ihrer Stellung nach 1. wechselständig (rami altĕrni), 2. gegenständig oder entgegengesetzt (r. oppositi), 3. quirlförmig oder wirtelig (r. verticillāti), je nachdem die Tragblätter diese Stellungen besitzen. Ein Blatt muß nicht nothwendig aus seiner Achsel eine Knospe entwickeln; es ist sogar fast allgemeine Regel, daß dies nicht alle Blätter eines Stengels thun. Es erhellt, daß aus diesem Grunde die Verzweigung eines Stengels und die Stellung seiner Zweige viele Mannichfaltigkeiten zeigen müssen. Auch kann infolge einer Förderung der Seitenzweige im Verhältniß zum Hauptstengel die regelmäßig monopodiale Verzweigung jene scheinbaren Abweichungen annehmen, welche oben (§. 16, 3, 4; Fig. 15, C—F) als falsche Dichotomie, als trichotome und polytome Verzweigung, sowie als Sympodium bezeichnet wurden.

2) **Adventivknospen**, beziehendlich **Adventivsprosse** sind solche, deren Vegetationspunkte nicht in der Nähe des fortwachsenden Scheitels eines Stengels, sondern an älteren Pflanzentheilen, entfernt von jenem und ohne bestimmte Ordnung, als später neu hinzukommende (adventive) Bildungen auftreten. Sie sind daher auch keine regelmäßig vorhandenen Organe und fehlen bei vielen Pflanzen. Sie entstehen meist im Innern des Stammes (endogen), und zwar neben den Fibrovasalsträngen (§. 55.), indem durch Vermehrung von Cambiumzellen (§. 61.) sich ein Meristemhügel bildet, der den jungen Vegetationspunkt darstellt und, wenn er sich weiter zu entwickeln beginnt, die ihn bedeckenden Gewebe zur Seite schiebt und durch sie hervorbricht. Am häufigsten bilden sich solche Adventivknospen an den Stämmen holziger Pflanzen, besonders am unteren Theile des Stammes, sehr oft in der Nähe von Rindenwunden und wenn die Stämme oder Aeste quer abgeschnitten sind. Sie entstehen im Cambium und brechen oft in großer Zahl aus der Rinde hervor. Doch können bisweilen auch normale Seitenknospen an den Stämmen und Aesten lange unentwickelt bleiben (sogenannte schlafende Augen) und erst nachdem über ihnen der Stamm oder Ast weggenommen worden ist, zur Entwickelung kommen, ähnlich wie Adventivknospen. Da hiernach die Anwesenheit eines bildungsfähigen Cambiums die Hauptbedingung für die Bildung von Adventiv-

knospen ist, so ist das Auftreten der letzteren auch ziemlich unabhängig von dem morphologischen Charakter des Organes. Es darf also nicht Wunder nehmen, daß Adventivknospen nicht bloß an Stengeln, sondern auch an Wurzeln und sogar an Blättern sich bilden. Dadurch können an verschiedenen Organen neue Pflanzenindividuen entstehen, da die aus Adventivknospen hervorgehenden Sprosse meist auch leicht Wurzeln bilden.

In dem hier angedeuteten weitesten Sinne dürfen die Adventivknospen nicht ausnahmslos als endogene, vom Cambium ausgehende Bildungen betrachtet werden. Zutreffend ist dies jedenfalls für die aus älteren Stämmen entspringenden Adventivknospen. Außer an dikotyledonen Holzpflanzen entstehen dergleichen auch an den größeren holzigen oder fleischigen Stämmen von Monokotyledonen. Ferner sind endogenen Ursprunges die auf Wurzeln mancher Bäume entstehenden Adventivknospen, die als sogenannte Wurzelbrut in einiger Entfernung von den Stämmen aus dem Boden hervorkommen, wie bei *Populus*, *Pyrus* und vielen Anderen. Auch Wurzeln mancher krautartigen Pflanzen haben die Fähigkeit Adventivknospen zu bilden, z. B. bei *Cirsium arvense*, *Linaria*, *Epipactis microphylla* ꝛc.; und man kann diese Eigenschaft zur Gewinnung von Wurzelstecklingen benutzen. Auch auf den Blättern mancher Pflanzen bilden sich leicht solche Knospen; von diesen machen die Gärtner sogenannte Blattstecklinge. Was diese Knospen auf Blättern anlangt, so lassen sich über ihre Entstehung noch keine allgemeine Gesetze feststellen, da man erst neuerdings sie genauer zu untersuchen begonnen hat. Aber jedenfalls entstehen manche als exogene Bildungen, d. h. nicht an den Gefäßbündeln, sondern aus oberflächlichen Geweben. Auf den Blättern der Begonien gehen sie nur aus Epidermiszellen hervor, indem in diesen eine wiederholte Zelltheilung eintritt, die zur Bildung eines Meristemhügels, dem Anfange der Knospe, führt. Bei *Bryophyllum calycinum* bilden sich in den Kerben des Blattrandes Adventivknospen, ebenfalls exogen; denn sie durchbrechen kein Gewebe, erscheinen schon frühzeitig als kleine Höcker, welche aus den unter der Epidermis befindlichen Parenchymzellen sammt der darüber gehenden Epidermis entstehen. Auf den Wurzelblättern von *Cardamine pratensis* kommen nicht selten Adventivsprößchen zur Entwickelung. Sie entstehen aus der Epidermis und dem zunächst unterhalb derselben gelegenen Gewebe. An den Blättern von *Utricularia* entstehen in der Nähe der Blattverzweigungen bisweilen kümmerliche Sprosse, ebenfalls exogen. Wenn man Blätter von *Peperomia*-Arten abschneidet und in Erde steckt, so bilden sich Adventivknospen an den Schnittflächen und durchbrechen die inzwischen auf diesen Flächen entstandene Korkschicht. Sie entstehen im Parenchym und scheinen hier eine Beziehung zu den Gefäßbündeln des Blattes zu haben. Von den auf den Wedeln mancher Farnkräuter vorkommenden Adventivknospen ist in der Morphologie der Gefäßkryptogamen die Rede.

Verzweigungsgrade des Stengels. Da die Seitenzweige eines Stengels ebenfalls Stengelorgane sind und dem Hauptstengel sich gleich verhalten können, so haben sie die Fähigkeit wiederum Achselsprosse zu bilden, die letzteren ebenfalls, und so kann sich die Verzweigung durch viele Grade fortsetzen. Eine Gesammtheit aus einander hervorgehender Sprosse heißt ein Sproßsystem, ein einzelner Sproß einfacher Sproß. Nach der gegenseitigen Abstammung derselben von einander unterscheiden wir 1. **Hauptsproß** oder **Hauptaxe**, d. i. die älteste, von welcher wir bei der Betrachtung ausgehen. 2. **Seitensprosse** oder **Seitenaxen erster Ordnung**, d. s. die von der Hauptaxe entspringenden Zweige. 3. **Seitenaxen zweiter Ordnung**, die Zweige der vorigen, ꝛc. Will man den Aufbau der ganzen Pflanze nach den Verzweigungsgraden charakterisiren, so nennt man den an der Keimpflanze vorhandenen Stengel, der mit dem hypokotylen Gliede (§. 66.) beginnt, sowie den ganzen Sproß, zu welchem er sich mittelst seiner Terminalknospe verlängert, die Hauptaxe. Man nennt darnach eine Pflanze einaxig, zweiaxig ꝛc. je nachdem sie von ihrem Keimlingszustande an nur eine Hauptaxe oder eine Hauptaxe mit Seitenaxen erster Ordnung ꝛc. bildet. Im allgemeinen bezeichnet man jeden Stengel, der seine Verzweigung durch mehrere Grade fortsetzt, wiederholt verzweigt.

III. Bezeichnung der Stengelorgane nach allgemeinen Gestalts- und Richtungsverhältnissen.

§. 68. Die verschiedenen Beschaffenheiten der Stengelorgane, welche zu besonderen Bezeichnungen Veranlassung geben, beziehen sich zwar allermeist auf die Metamorphose, welche diese Organe je nach den Lebenszwecken der Pflanze annehmen, und welche in §. 69. betrachtet werden. Doch giebt es auch noch gewisse allgemeine Merkmale in Bezug auf Gestalt und Richtung der Stengelorgane, welche mit der Metamorphose weniger zusammenhängen und daher hier für sich betrachtet werden müssen.

§. 68. A. Nach der Gestalt der Internodien und der Bildung der Knoten: 1) **cylindrisch** und die übrigen allgemeinen Formen ☞ §. 9 u. §. 22, 8, 9. 2) **fadenförmig** oder **fädlich** (filiformis), aus vorwiegend langgestreckten Internodien bestehend und überall sehr dünn (Stengel von *Cuscūta*, Ausläufer der Erdbeeren ꝛc.). 3) **knollig** (tuberōsus) ein oder mehrere aufeinander folgende Internodien bei geringer Länge ungewöhnlich dick (Stengelbasis des Kohlrabi, Fig. 118.). 4) **knotig** (nodōsus), wenn die Knoten (§. 66.) angeschwollen, die ziemlich langen Internodien dünner sind (Stengel vieler Polygoneen, Caryophyllaceen, Umbelliferen; während die Gramineenstengel streng genommen nicht hierher gehören, indem bei ihnen die am Knoten vorhandene Anschwellung eigentlich von der Basis der Blattscheide gebildet wird, der Knoten vielmehr sogar etwas verdünnt erscheint. 5) **gegliedert** (articulātus) an den Knoten mehr oder weniger eingeschnürt, oft daselbst leicht zerbrechlich (Stengel von *Salicornĭa*, der Casuarineen, sowie der Equisetaceen). 6) **blattförmig** oder **abgeplattet** (complanātus), der eine Querdurchmesser viel größer als der andere, daher nicht cylindrisch, sondern einem Blatt ähnlich. Solche Stengel heißen **Phyllocladien**[1] oder **Blattstengel**, z. B. bei *Phyllocăctus*, *Ruscus aculeātus* (Fig. 119.) ꝛc. 7) **geflügelt** (alātus), wenn bei im ganzen cylindrischer oder prismatischer Gestalt an zwei gegenüberliegenden oder mehreren Kanten der Länge nach dünne blattartige Leisten stehen, z. B. am Stengel von *Lathyrus silvēstris*, *Genĭsta sagittālis*, *Acacĭa alāta* (Fig. 120.) ꝛc. Gewisse andere durch besondere Gestalt charakterisirte Stengelformen siehe unter Metamorphose des Stengels §. 69.

Fig. 118.
Knolliger Stengel des Kohlrabi.

Fig. 119.
Stengel von **Ruscus aculeātus**, mit blattförmigen Zweigen (**Phyllocladien**), deren Stengelnatur dadurch bewiesen wird, daß sie selbst Deckblätter b tragen, aus deren Achseln die Blüten entspringen.

Fig. 120.
Geflügelter Stengel von *Acacĭa alāta*. Von den kleinen, dornspitzigen Blättern aus, in deren Achseln die gestielten Blütenköpfchen stehen, laufen blattartige Leisten an den Internodien herab, wodurch der Stengel geflügelt erscheint.

1) Zusammengesetzt aus φύλλον Blatt und κλάδος Trieb, Stengel.

B. Nach der Richtung: 1) **Gerade** (rectus), wenn die Längsaxe ungefähr eine gerade Linie ist. 2) **hin-** und **hergebogen** oder **geschlängelt** (flexuōsus), abwechselnd rechts und links gebogen (z. B. der Stengel von *Solānum dulcamāra*, Rispenzweige von *Aira flexuōsa*). 3) **gekniet** (geniculatus), die Internodien selbst gerade, aber an den Knoten in scharfem Winkel knieartig gekrümmt (Halme von *Alopecūrus geniculātus*). 4) **nickend** oder **überhängend** (nutans), im Bogen ganz herabgekrümmt (Blütenstiele von *Silēne nutans*, *Lilium martĭgon*, Maiblume ꝛc.). 5) **übergebogen** (cernŭus), ein schwächerer Grad des Vorigen (z. B. bei der Sonnenblume). 6) **windend** (volubĭlis), d. h. in einer Schraubenlinie an anderen Körpern emporsteigend, wobei man die Richtung rechtsum und linksum dadurch bestimmt, daß man sich in die Axe der umwundenen Stütze versetzt denkt und der Richtung des Stengels folgt. Rechtswindend ist der Stengel des Hopfens, linkswindend die der meisten anderen Schlingpflanzen. 7) **kletternd** (scandens), durch Befestigung mittelst Ranken oder Wurzeln sich an anderen Pflanzen aufrichtend, daher von unregelmäßigeren, wechselnden Richtungen (Weinrebe, Epheu ꝛc.). 8) **aufrecht** (erĕctus), d. h. ziemlich senkrecht. 9) **aufsteigend** (ascendens), aus liegender Basis allmählich aufrecht. 10) **liegend** oder **niedergestreckt** (prostrātus oder procŭmbens), flach auf der Erde liegend (*Stellaria media*). 11) **kriechend** (repens oder reptans), d. h. liegend und zugleich an den Knoten durch Wurzeln sich befestigend (*Ajūga reptans*, *Ranuncŭlus repens*, besonders die sogen. Ausläufer bei den Erdbeeren, *Potentilla reptans* ꝛc.).

Die Aeste eines Stengels bezeichnet man ihrer Richtung nach a. im Verhältniß zu einander und zu ihrer Hauptaxe als 1) **angedrückt** (rami appressi), mit dem Hauptstengel ungefähr parallel, daher ihm fest anliegend. 2) **abstehend** (r. patentes), einen spitzen Winkel mit dem Hauptstengel bildend. 3) **ruthenförmig** (r. virgāti), in sehr spitzem Winkel vom Stengel abgehend und zugleich ziemlich lang und schwach (Aeste der Birke). 4) **ausgesperrt** oder **gespreizt** (r. divaricāti), in annähernd rechtem Winkel von der Hauptaxe abgehend (Aeste der Weißtanne). b. im Verhältniß zur Verticale: 1) **aufrecht** (r. erecti), 2) **wagerecht** (r. horizontāles), 3) **herabhängend** (r. pendŭli), wie bei der Trauerweide.

IV. Metamorphose des Stengels.

§. 69. Die Stengelorgane können je nach dem Lebenszwecke, dem sie dienen, eine sehr mannichfaltige Ausbildung erhalten. Trotz dieser Verschiedenheiten, die sie im fertigen Zustande zeigen, sind sie doch in ihrer ersten Anlage kaum verschieden, stellen überall den oben beschriebenen, aus Meristem gebildeten Vegetationspunkt mit den Höckern der ersten Blattanlagen dar, und welches physiologische Organ schließlich daraus hervorgeht, das kommt nur darauf an, welche Form die Internodien und Blattorgane und welchen Bau das Gewebe derselben bei der Ausbildung annimmt. In diesem Sinne sind wir berechtigt, von einer Metamorphose (§. 65.) des Stengels zu reden. Es ist zu erwarten, daß an diesen Metamorphosen außer dem Stengel in besonders hohem Grade die an demselben stehenden Blattorgane theilnehmen. Da deren Metamorphose erst im Abschnitte vom Blatte behandelt ist, so muß hier darauf Bezug genommen werden. Die Metamorphose von Stengel und Blatt im Bereiche der Blüte bleibt hier ausgeschlossen, weil sie eine besondere Betrachtung erheischt, und es handelt sich hier nur um den Sproß in seiner vegetativen Region. Wir haben hier zu unterscheiden den Sproß als unterirdisches Organ, als oberirdisches Assimilationsorgan, und in seinen eigenthümlichen Formen als Ranke und Dorn.

§. 70. A. **Der unterirdische Stock.** Die Oberfläche des Erdbodens bezeichnet nicht überall die Grenze zwischen Wurzel und Stengel. Bei vielen Kräutern, besonders bei den sogenannten ausdauernden oder perennirenden, welche mit ihrem unterirdischen bewurzelten Theile den Winter über am Leben bleiben und jedes Jahr neue grüne Sprosse über dem Boden treiben, die dann jedesmal vor dem Winter wieder absterben, befindet sich ein Theil des Stengels unterirdisch. Man kann diesen allgemein den unterirdischen Stock nennen. Er zeichnet sich aus durch das Fehlen

des Chlorophylls, also durch den Mangel der grünen Farbe, und damit im Zusammenhange durch seine eigenthümliche Blattbildung: er trägt keine grünen laubartigen Blätter, sondern unvollkommene Blattgebilde, wie Scheiden, Schuppen und dergl., also diejenige Blattform, welche man als Niederblätter bezeichnet; er stellt die Niederblattregion (§. 93.) des Stengels dar. Das unterirdische Vorkommen und seine Beschaffenheit geben dem unterirdischen Stocke eine gewisse Aehnlichkeit mit den Wurzeln, und der Sprachgebrauch des gewöhnlichen Lebens verwechselt beide Organe vielfach. Aber der blattbildende und von jungen Blättern bedeckte Vegetationspunkt und die vorhandenen Niederblätter oder, wenn diese abgefallen oder verwest sind, wenigstens die Ueberreste oder die Narben derselben lassen über den Unterschied nicht im Zweifel. Wir kennen folgende Formen des unterirdischen Stockes.

§. 71. I. Die sogenannte **vielköpfige Wurzel** (radix multiceps). Diese ist zum größten Theile eigentliche Wurzel, nämlich die senkrecht in den Boden hinabgehende, starke Pfahlwurzel (§. 95.), und nur ihr oberer Theil oder Kopf gehört dem Stengel an. Dieser Theil besteht aus sehr verkürzten Internodien und ist entweder mit schuppen- oder scheidenförmigen Niederblättern oder sogleich mit den Laubblättern bekleidet, die dann als sogenannte grundständige oder Wurzelblätter aus der Basis des Stengels dicht beisammen entspringen. In den Achseln dieser Blätter bilden sich Knospen, die sich wieder in derselben Weise verhalten, d. h. sich zu einem Sproß entwickeln, der wieder mit ganz kurzen Internodien und dicht beisammen stehenden Niederblättern oder grundständigen Laubblättern beginnt. Auch diese Sprosse können sich wieder so verzweigen, und so entsteht oft auf dem oberen Ende der Pfahlwurzel eine Menge beisammen stehender, ganz kurzer Zweige, deren jeder grundständige Blätter trägt, gleichsam viele einzelne Köpfe, die für sich weiter treiben. Indem die Pfahlwurzel und ihr Kopf während des Winters erhalten bleiben, bilden sich alljährlich neue solche Verzweigungen und das Ganze nimmt an Umfang und Dichte zu. Viele dieser Knospen treiben oft nichts weiter als den Büschel von grundständigen Laubblättern; andere wachsen noch weiter und verlängern sich zu den nur einen Sommer dauernden oberirdischen blühenden Stengeln. Eine solche vielköpfige Wurzel findet sich bei zahlreichen perennirenden Kräutern, wie z. B. bei *Taraxăcum officināle*, beim Klee (Fig. 121.), bei vielen Umbelliferen ꝛc.

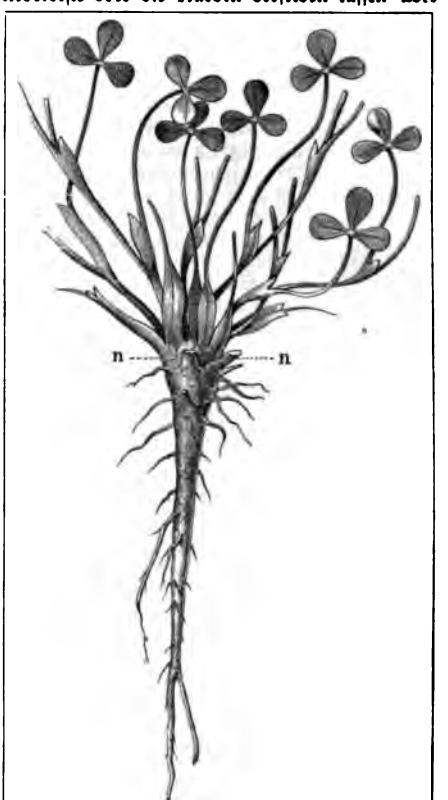


Fig. 121.

Vielköpfige Wurzel des Klees (*Trifolium prātense*). Die bleibende, erstarkte Pfahlwurzel trägt auf ihrer Spitze die grundständigen Blätter, aus deren Achsel alljährlich neue oberirdische Triebe entspringen. n n Narben abgestorbener vorjähriger Triebe.

§. 72.

II. **Wurzelstock, Rhizom** (rhizōma[1]), d. i. ein im Boden in horizontaler oder schiefer Richtung wachsendes, durch Nebenwurzeln bewurzeltes Stengelorgan, an welchem die Pfahlwurzel (§. 95.) nicht mehr vorhanden ist. Das Rhizom sendet ebenfalls jedes Jahr laub- und blütentragende Sprosse über den Boden, die dann in demselben Jahre wieder absterben, während es selbst im Boden lebend zurückbleibt, sich alljährlich um ein neues Stück verlängert und schon vor dem Herbst diejenigen Knospen bildet, aus welchen sich im nächsten Sommer die oberirdischen Sprosse entwickeln. Es ist eine allgemeine Erscheinung bei den Rhizomen, daß sie, während sie sich nach der einen Richtung hin fortbilden, am anderen Ende, welches ihr ältester Theil ist, allmählich absterben. Man findet daher immer ihr hinteres Ende todt und verwesend. Daraus folgt erstens, daß, wie schon angedeutet, an den Rhizomen keine Pfahlwurzel mehr vorhanden sein kann, ferner, daß ein Rhizom nicht über eine gewisse Größe hinaus zunehmen kann, weil es um so viel als es neu zuwächst, von hinten her abstirbt, daß es also nach einer gewissen Zeit sich völlig verjüngt hat und eigentlich ein anderes geworden ist. Die Entbehrlichkeit der älteren Theile des Rhizoms erklärt sich daraus, daß die neugebildeten Theile sich auch mit Nebenwurzeln bekleiden und daß von ihnen aus alljährlich die oberirdischen grünen Organe entspringen, also alle Theile an ihnen vertreten sind, welche die Pflanze zur Ernährung bedarf. Aus jenem Verhältniß folgt auch, daß die Pflanze, wenigstens wenn das Rhizom jährlich um ein ansehnliches Stück immer nach einer und derselben Richtung hin wächst, langsam ihren Ort im Boden verändert, die oberirdischen Triebe, welche sie bildet, an einer Stelle erscheinen, die ziemlich weit von demjenigen Punkte entfernt ist, an welchem dies vor einer längeren Reihe von Jahren geschah (vergl. Fig. 127, 131.).

Fig. 122.

Aufrechtes, gestauchtes, monopodiales Rhizom von *Convallaria majālis*, r ältester abgestorbener Theil des Rhizoms, dann folgt der lebende, mit Nebenwurzeln bekleidete Theil desselben, k die Terminalknospe desselben mit ihren beiden entwickelten Laubblättern f_1 u. f_2, s der Blütenstengel, als Seitensproß aus der Achsel des letzten Scheidenblattes v entspringend.

1) Monopodiale Rhizome. Das Wachsthum kann so geschehen, daß das Rhizom durch seine Terminalknospe sich fortwährend im Boden verlängert, dagegen die oberirdischen Triebe als Seitensprosse aus den Achseln seiner Niederblätter entwickelt, so daß die Verzweigung ein Monopodium (§. 16.) ist.

a. Aufrechtes, gestauchtes Rhizom. Den einfachsten Fall zeigt z. B. *Convallaria majālis* (Fig. 122.), indem hier das Rhizom die ziemlich senkrecht stehende aber sehr gestauchte Hauptaxe ist. Diese trägt einige scheidenförmige Niederblätter, von denen jedes folgende länger als das vorhergehende ist, und die daher auch über den Boden hervorkommen. Auf sie folgen gewöhnlich zwei große Laubblätter an ebenfalls äußerst verkürzt bleibenden Internodien. Der blütentragende Stengel entspringt als Seitensproß aus der Achsel des letzten größten Scheidenblattes. Die Terminalknospe, welche über der Insertion der beiden Laubblätter zu sehen ist, verbleibt bis zum nächsten Frühjahre im Knospenzustande, dann zeigt sie wieder dasselbe Verhalten: sie bildet wieder eine Anzahl Scheidenblätter mit dem achselständigen Blütenstengel und darnach zwei Laubblätter. Die den früheren Jahrgängen angehörigen Stücke des Rhizoms zeigen nur noch die todten Ueberreste der abgestorbenen und verwesten Blätter, aber sie haben Nebenwurzeln getrieben.

b. Horizontal kriechendes Rhizom. *Butōmus umbellātus* (Fig. 123.) zeigt uns ein durch seine

1) Von ῥίζα Wurzel.

§. 72. Terminalknospe unverändert als Hauptaxe sich fortbildendes Rhizom, welches in horizontaler Richtung im Boden hinwächst. Es ist mit den zweizeilig stehenden, langen, grünen Laubblättern besetzt, und wenn es einen Blütensproß treibt, so entspringt dieser aus der Achsel eines dieser Blätter; derselbe ist am Grunde wiederum mit einigen Laubblättern bekleidet, dann in seiner ganzen Länge blattlos, oben durch den Blütenstand abgeschlossen.

c. Schlangenförmig gewundenes Rhizom. Diese Form des monopodialen Rhizomes zeigt *Polygónum bistórta* (Fig. 124, c), welches seinen Speciesnamen dieser eigenthümlichen Form verdankt. Das sehr dicke Rhizom macht gewöhnlich zwei dicht übereinander liegende Krümmungen; es ist ganz bedeckt mit den Resten der alten Blätter und treibt Nebenwurzeln. Die große Terminalknospe bildet zwar Laubblätter, welche über den Boden hervorkommen, aber sie selbst bleibt unterirdisch, wächst nicht als Stengel über den Boden hervor, sondern setzt nur das Wachsthum des Rhizoms langsam fort, lauter verkürzte Internodien bildend.

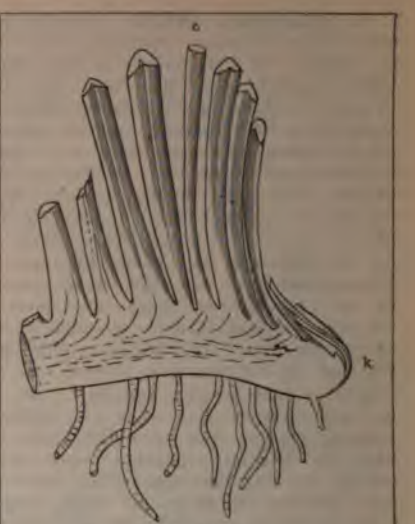


Fig. 123.
Horizontal kriechendes, monopodiales Rhizom von *Butómus umbellátus*.
k die Terminalknospe desselben. c Blütenstengel aus der Achsel eines der Laubblätter entspringend. Die Unterseite des Rhizoms ist mit Nebenwurzeln versehen.

Fig. 124.
Schlangenförmig gewundenes monopodiales Rhizom von *Polygónum bistórta*. a das abgestorbene alte Ende, cc die an der Spitze emporwachsenden blütentragenden (abgeschnittenen) Stengel. Bei B Längsdurchschnitt durch die Spitze des Rhizoms, um die blätterbildende Terminalknospe k und die als Seitensprossen entstehenden oberirdischen Stengel cc zu zeigen. An der Terminalknospe ist der erste Anfang zur Umwendung des Wachsthums zu bemerken, durch welche die gewundene Form des Rhizoms hervorgebracht wird.

§. 72. Auf dem Durchschnitte (Fig. 124, B) erkennt man, daß die gewundene Form des Rhizoms durch das Wachsthum der Terminalknospe zustande kommt, indem diese nach einer gewissen Zeit durch eine Krümmung ihres Wachsthums die Umwendung nach der anderen Richtung beginnt. Die blühenden oberirdischen Stengel, die ebenfalls Laubblätter tragen, kommen aus den Achseln vorjähriger Blattreste, sie werden als Seitenknospen in den Achseln dieser Blätter schon im vorhergehenden Jahre angelegt.

2) Sympodiale Rhizome. Häufiger wendet sich die Terminalknospe des Rhizoms nach oben und wird selbst zum oberirdischen Laubsproß; dafür entwickelt sich aus der Achsel eines der Blätter des Rhizoms eine Knospe, welche die Fortsetzung des Rhizoms übernimmt. Die jährlich sich aneinander kettenden Stücke des Rhizoms gehören dann ungleichen Verzweigungsgraden an, das Rhizom ist ein Sympodium (§. 16.). Diese Form ist ungleich häufiger als die vorige. Sie kann wieder in folgenden verschiedenen Typen auftreten:

a. Gestauchtes, aufrechtes oder schiefes, einfaches Rhizom. Die Terminalknospe des Rhizoms entwickelt alljährlich eine Anzahl ganz verkürzt bleibender Internodien, an denen auf Niederblätter Laubblätter folgen, und erhebt sich dann unter Streckung der nächsten Internodien als blütenbildender Stengel über die Erde. Letzterer stirbt dann ab, verwest und hinterläßt am Rhizom eine ziemlich große Narbe, neben welcher man die Knospe bemerkt, die im nächsten Jahre das Rhizom wieder um ein neues Stück vergrößert und den oberirdischen Sproß bildet. Diese Knospe ist also immer eine Achselknospe. Bei *Listĕra ovāta* (Fig. 125.) steht dieselbe hinter einem der unvollkommenen Niederblätter; das darauf folgende Stück der Axe, welches als oberirdischer Stengel hervorwächst, ist noch weiter mit scheidigen Niederblättern bekleidet und bringt erst weiter oben seine beiden gegenständigen Laubblätter. Bei *Crepis praemŏrsa* (Fig. 126), wo das Rhizom in derselben Form entsteht, sehen wir an dem alljährlich neu getriebenen Rhizomstücke auf wenige scheidige Niederblätter sogleich Laubblätter folgen, die als grundständige Blätter die Basis des blühenden Stengels umgeben, zu welchem der Rhizomsproß aufwächst. Die Knospe für das nächste Jahr bildet sich hier in der Achsel eines der Laubblätter. Während also bei *Listĕra* die einzelnen Sproßstücke, aus denen das Rhizom sich zusammensetzt, nur der Niederblattregion angehören, ist hier auch ein Theil der Laubblattregion mit zur Rhizombildung herangezogen. Der letztere Fall kommt auch in der Form vor, daß von der für das nächste Jahr bestimmten Achselknospe schon im gegenwärtigen Jahre einige Laubblätter getrieben werden, die dann sammt denjenigen der Hauptaxe die grundständigen Blätter bilden; so z. B. bei *Scorzonēra plantaginĕa*. Alle diese Rhizome werden daher zu kurzen, einfachen, schiefen Stämmchen, an denen man meist die Narben der abgestorbenen

Fig. 125.

Schiefes sympodiales Rhizom von *Listĕra ovāta*, im Längsdurchschnitte. A das ganze Rhizom, n die aus den einzelnen Jahrgängen stammenden Narben der abgestorbenen oberirdischen Stengel, a der frische Stengel des gegenwärtigen Jahres als terminaler Sproß des Rhizoms. B zeigt die Achselknospe k, durch welche das Rhizom a am Grunde des oberirdischen Stengels zur Seite fortgebildet wird.

§. 72. oberirdiſchen Triebe einer ganzen Reihe vorhergegangener Jahre unterſcheidet, durch welche dieſelben eine unregelmäßig gekniete Form bekommen. An den Seiten ſind ſie durch Nebenwurzeln bewurzelt, am unteren Ende ſchreitet ihr Abſterben weiter in dem Maße, als ſie nach der andern Seite hin zunehmen.

b. Horizontal kriechendes, einfaches Rhizom. Hier bildet der Wurzelſtock, nachdem ſeine Hauptknospe ſich als oberirdiſcher Stengel entwickelt hat, gewöhnlich aus der Achſel eines Niederblattes ein neues, ſtets horizontal im Boden wachſendes Rhizomſtück, welches gewöhnlich die Richtung des ſchon vorhandenen fortſetzt, mehr oder weniger große Länge erreicht und daher zu einem oft langgeſtreckten horizontalen Rhizom wird, welches in ſeiner ganzen Länge mit Nebenwurzeln beſetzt iſt und nicht ſelten aus zahlreichen Jahrgängen beſteht, die man an den manchmal ſehr deutlich bleibenden Narben der abgeſtorbenen oberirdiſchen Sproſſe abzählen kann. So z. B. bei dem wegen dieſer großen Narben Salomonsſiegel genannten Wurzelſtocke von *Convallaria polygonātum* (Fig. 127).

Fig. 126.

Schiefes ſympodiales Rhizom von *Crepis praemorsa*. n Narben der abgeſtorbenen Stengel früherer Jahre. c der oberirdiſche diesjährige Stengel als Terminalſproß des Rhizoms. In der Achſel eines der grundſtändigen Laubblätter ſteht die Achſelknospe k, von welcher die Weiterbildung des Rhizoms und zugleich der nächſtjährige oberirdiſche Trieb ausgeht.

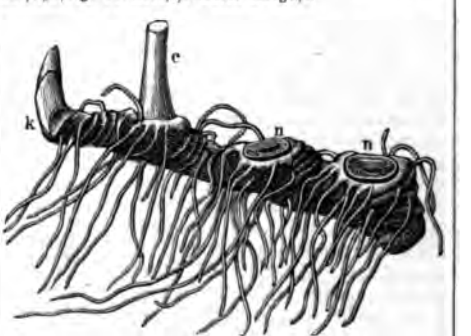


Fig. 127.

Horizontal kriechendes einfaches ſympodiales Rhizom von *Convallaria polygonātum*. Rechts das hintere alte Ende, links die Terminalknospe k, welche im nächſten Jahre zum oberirdiſchen Stengel wird, wie es c im gegenwärtigen Jahre iſt. n Narben der früheren oberirdiſchen Stengel.

c. Horizontal kriechendes verzweigtes Rhizom. Hier ſind die Verhältniſſe dieſelben wie bei b, nur mit dem Unterſchiede, daß aus manchen Niederblättern des Rhizoms achſelſtändige Knospen getrieben werden, welche ebenfalls in der Form des Rhizoms ſich entwickeln, ſo daß der Wurzelſtock verzweigt, und zwar meiſt wiederholt verzweigt wird. Die Endknospen der Rhizomzweige wachſen dann zum Theil einige Zeit in der Rhizomform weiter, zum Theil wenden ſie ſich ebenfalls nach oben, um in oberirdiſche blühende Stengel ſich fortzuſetzen. Wenn dabei die Triebe des Rhizoms ein ſehr kräftiges Wachsthum zeigen, und ihre Internodien ſich lang ſtrecken, ſo können dieſelben ſehr bedeutende Länge

reichen und weit und breit im Boden in horizontaler Richtung umherkriechen. §. 72. Diese Form der Rhizomtriebe kann man mit dem Namen Ausläufer bezeichnen. Das bekannteste Beispiel dafür ist die Quecke (*Tritĭcum repens* Fig. 128.) und

Fig. 128.

Kriechendes, verzweigtes Rhizom der Quecke, mit zerrissenen scheidigen Niederblättern und Nebenwurzeln, die nur aus den Knoten entspringen. Links sieht man den Wurzelstock zweimal verzweigt, wobei der eine Trieb die Haupttaxe, der andere der Seitensproß ist. In der Mitte und nach rechts sind an drei Stellen Rhizomtriebe nach oben als oberirdische Triebe gewachsen, der eine bildet einen ährentragenden Halm. Die Fortsetzungen des Rhizoms am Grunde derselben sind achselständige Zweige, die hinter einem scheidigen Niederblatte entspringen. Verkleinert.

die *Carex arenaria*. Zahlreiche andere Gräser, Cyperaceen, Juncaceen ꝛc. zeigen dasselbe, wenn auch der Wurzelstock meist nicht die Länge wie bei jenen Pflanzen erreicht. Bleiben aber die Triebe viel kürzer, so muß ein solches verzweigtes Rhizom eine mehr korallenartige Form annehmen, wie wir es sehr schön bei der aus diesem Grunde sogenannten Korallenwurz (*Corallorhĭza innāta*, Fig. 129.) finden, deren Wurzelstock in horizontaler oder schiefer Richtung im Moose wächst und außerdem dadurch merkwürdig ist, daß er eigentlicher Wurzeln ganz entbehrt; Büschel von Wurzelhaaren (§. 95.), welche an gewissen Stellen aus der Epidermis des Rhizoms entspringen, besorgen die Aufsaugung der Feuchtigkeit. — Pflanzen mit verzweigten Rhizomen können, wie aus dem Gesagten hervorgeht, gleichzeitig mehrere oberirdische Stengel haben, die, wenn das Rhizom ausläuferartig ist, an ver-

Fig. 129.

Kriechendes, verzweigtes, korallenförmiges Rhizom von *Corallorhĭza innāta*. x das alte abgestorbene Ende, c der blütentragende Stengel. Rechts ein Stück Rhizom im Durchschnitte und schwach vergrößert. rr Büschel von Wurzelhaaren an dem ganz wurzellosen Rhizom. b unansehnliche Niederblätter an den Vegetationspunkten des Rhizoms. gfb Gefäßbündel. Nach Schacht.

§. 72. schiedenen Stellen über den Boden hervorkommen und dennoch zu einer einzigen Pflanze gehören. Nicht alle solche in Mehrzahl gebildeten oberirdischen Sprosse bringen Blüten; manche derselben entwickeln nur einen kurzen, mit einigen Laubblättern abschließenden Trieb oder das Rhizom erhebt sich wohl gar nicht über den Boden, sondern bildet nur ein einziges oder wenige aufeinander folgende Laubblätter, welche als grundständige Blätter sich über den Boden erheben und fährt dann wieder fort zu wachsen in der Form des Rhizoms unter Niederblattbildung. Diese Erscheinung ist bei vielen Pflanzen mit kriechenden Rhizomen zu finden, auch bei der sogleich anzuführenden *Anemōne nemorōsa* kommt ein solches Verhältniß vor. Bei Pflanzen, wo das Rhizom aus stark verzweigten, aber gestaucht bleibenden, mehr korallenähnlichen Trieben besteht, also einen sehr gedrungenen Stock bildet, wird dadurch, daß alle Rhizomtriebe nach oben in Stengel und Blätterbüschel auswachsen, ein rasenförmiger Wuchs bedingt, wie wir es bei vielen Gräsern und Halbgräsern finden.

Ein Verhältniß, welches schon nicht mehr streng zu den Rhizomen zu rechnen, aber für die Pflanze von derselben Bedeutung wie diese ist, finden wir bei den oberirdischen Ausläufern, wie bei *Fragaria*, *Potentilla reptans*, *Ranunculus repens*, *Ajūga reptans* ꝛc. Aus den Achseln grundständiger Blätter werden

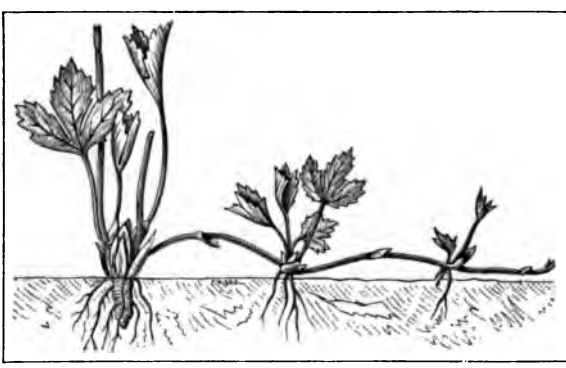


Fig. 130.
Ausläufer der Erdbeere, aus der Achsel eines Laubblattes des alten Stockes entspringend, in horizontaler Richtung wachsend und abwechselnd schuppenförmige Niederblätter und Laubblätter tragend; nur an den letzteren bewurzelt sich der Knoten und treibt sofort eine Achselknospe, woraus ein neuer Stock entsteht.

Zweige getrieben, welche in horizontaler Richtung zu langen fadenförmigen Stengeln auswachsen infolge außerordentlicher Streckung ihrer Internodien. Da sie außerhalb des Bodens wachsen, so können sie streng genommen nicht zum Rhizom gerechnet werden, aber sie veranlassen die Bildung neuer Rhizome. Denn da, wo sie ein Blatt tragen, bilden sie zugleich eine Achselknospe, an welcher der Ausläufer Wurzeln schlägt. Durch diese wird die Knospe nun selbständig ernährt und entwickelt sich zu einem neuen Stock, der dann der Verbindung mit der Mutterpflanze durch den Ausläufer nicht mehr bedarf (Fig. 130.).

3) Rhizome, welche zwischen dem monopodialen und sympodialen Typus wechseln. Einen solchen Fall bietet der Wurzelstock von *Anemōne nemorōsa*. Er ist einfach, horizontal ziemlich lang im Boden hinkriechend und mit kleinen schuppenförmigen Niederblättern besetzt. Mitunter kann sich eine Achselknospe derselben zu einem Rhizomzweig entwickeln. Gewöhnlich bleibt aber das Rhizom unverzweigt. Oft treibt die Pflanze keinen oberirdischen blühenden Stengel; in diesem Falle wächst das Rhizom immer durch seine Terminalknospe horizontal weiter, aber es bildet eins seiner Blätter statt zu einem Schuppenblatt zu einem vollkommenen Laubblatt aus, welches als Einzelblatt über den Boden hervortritt und dann das einzige oberirdische grüne Organ der Pflanze in dem betreffenden Jahre ist. Dann bildet es wieder lauter Niederblätter bis es im nächsten Frühjahre abermals ein Laubblatt hervorbringt. In diesem Falle ist das Rhizom die Hauptaxe. Wenn aber ein blühender Stengel zur Entwickelung kommt, so ist es die Endknospe des Rhizoms, welche sich nach oben wendend diese Form annimmt. Dafür entsteht an der Stelle, wo die Hauptaxe sich nach oben biegt, in der Achsel

Fig. 131.

Kriechendes Rhizom von *Anemone nemorosa*. e das hintere abgestorbene, v das junge wachsende Ende. A eine nicht blühende Pflanze, das Rhizom trägt bei l ein Laubblatt, im übrigen nur schuppenförmige Niederblätter. Das Stück von l bis v ist die terminale Verlängerung des Rhizoms. B eine blühende Pflanze, das Rhizom trägt bei s den blühenden oberirdischen Stengel, am Grunde desselben das Niederblatt n, als dessen Achselsproß die weitere Verlängerung des Rhizoms bis v zu betrachten ist.

eines Schuppenblattes eine Knospe und entwickelt sich zu dem diesjährigen neuen Rhizomstücke, welches in der Richtung des vorhandenen Wurzelstockes fortwächst (Fig 131.). Jetzt wird also das Rhizom zum Sympodium. Im nächsten Jahre kann nun entweder wieder dieser oder der ersterwähnte Vorgang stattfinden, so daß der morphologische Aufbau des Wurzelstockes kein fest bestimmter ist, sondern immer sich darnach richtet, ob die Pflanze zur Blüte kommt oder nicht. Der Achselsproß, der an der blühenden Pflanze das Rhizom fortsetzt, ist der Hauptaxe des Rhizoms gleich gebildet; nicht selten bringt er an der Stelle eines seiner Schuppenblätter ein über den Boden kommendes Laubblatt, so daß neben dem blühenden Stengel auch noch ein grundständiges Laubblatt vorhanden ist.

III. **Knolle** (tuber), ein verhältnißmäßig dicker, der Kugelform sich nähernder, §. 73.
fleischiger unterirdischer Stengeltheil, an welchem die Blätter sehr wenig entwickelt sind, indem die Blattanlagen frühzeitig in ihrer Entwickelung stehen bleiben und undeutlich werden, nur schwache Narben hinterlassen, oder höchstens als dünne Schalen ausgebildet sind, welche die Knolle umhüllen. Die starke Entwickelung der Knollen in die Dicke kommt auf Rechnung des Grundparenchyms (§. 58.), besonders des Markes, welches in den Knollen außerordentlich umfangreich wird (Fig. 132, B) und dessen Zellen sich mit Stärkemehl oder ähnlichen Stoffen erfüllen, welche als die Reservenährstoffe für die später aus der Knolle sich entwickelnden oberirdischen Sprosse bestimmt sind. Selbstverständlich ist eine scharfe Grenze zwischen Rhizom und Knolle nicht zu ziehen, denn auch im Parenchym des Rhizoms finden wir während der Winterruhe Reservenährstoffe aufgespeichert, und im allgemeinen bemerken wir, daß je kürzer ein Rhizom ist, es desto mehr Neigung hat sich zu verdicken und so in die Form der Knolle überzugehen, oder wir sehen, daß an einem eigentlichen Rhizom einzelne Triebe knollenförmig anschwellen, besonders dann, wenn der übrige Theil des Rhizoms nicht auszudauern pflegt, sondern alljährlich abstirbt und nur die Knollen zurücklässt. Dieses ist der Sachverhalt bei der Kartoffel

§. 73.

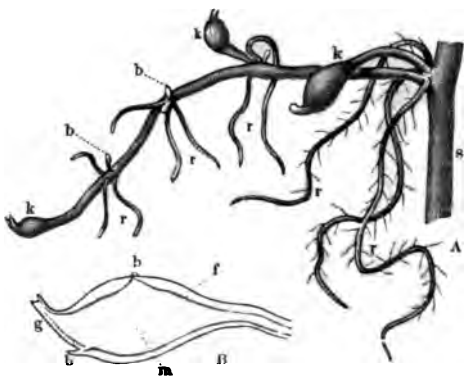


Fig. 132.
Knollenbildung der Kartoffel.

A Vom Stengel s entspringen zwei Zweige, deren einer zu einem langen, ausläuferähnlichen Triebe gewachsen, deren anderer kürzer ist. Beide an der Spitze knollig angeschwollen k, an einer Stelle auch mit einem knollig angeschwollenen Seitenzweige. b die kleinen schüppchenförmigen Niederblätter; neben diesen gewöhnlich zwei oder drei Nebenwurzeln.

B Längsschnitt durch den Anfang einer knollenförmigen Anschwellung des Stengels, an welchem noch die Niederblätter b zu sehen sind (die Stellen, wo an der älteren Knolle die Achselknospen oder Augen sich bilden). g die Endknospe des Stengels. Man sieht, daß die knollige Anschwellung durch Verdickung des Markes m entsteht; f Gefäßbündel. Schwach vergrößert.

(Fig. 132.) und bei *Helianthus tuberosus*. Hier treibt der Stengel unterirdische Ausläufer, an denen Niederblätter in Form sehr kleiner Schuppen stehen; aus den Achseln derselben entspringt außer mehreren Nebenwurzeln ein Zweig, der sich wieder in der Form eines Ausläufers entwickeln kann. Wir sehen nun die Enden aller Ausläufer zu einer Knolle anschwellen. Auch werden die Zweige oft sogleich knollenförmig, so daß junge Knollen auch an der Seite der Ausläufer unmittelbar sitzen oder wohl auch gestielt erscheinen, wenn der Zweig erst ein Stück in gewöhnlicher Form gewachsen ist, ehe sein Ende knollig anschwoll. Wir bemerken, daß die Verdickung immer über mehrere aufeinander folgende Internodien sich erstreckt. Die Kartoffelknolle besteht daher aus mehreren Internodien. Ihre Blätter, welche man anfangs als winzige, häutige Schüppchen erkennt, werden schon an der jungen Knolle undeutlich. Später sind diese Stellen durch ein kleines Grübchen markirt; in diesen bilden sich daher auch die Achselknospen (Augen), welche später zu den Trieben der Kartoffel auswachsen.

Der ganze unterirdische Stock kann zu einer Knolle werden, so daß man auch von einem knollenförmigen Rhizom reden könnte. So z. B. bei *Arum maculatum*, dessen horizontal kriechender Wurzelstock (Fig. 133.) aus mehreren knollenförmigen, durch Einschnürungen abgegrenzten Gliedern besteht. Jede Knolle ist das in einem Jahre entstandene Rhizomstück. Das Wachsthum ist hier ein sympodiales. Die Terminalknospe treibt nach oben und bildet den blühenden Stengel, die Achselknospe eines Niederblattes ist die Anlage des nächstfolgenden knollenförmigen Rhizomgliedes. Die älteren Knollenglieder schrumpfen und vergehen in dem Maße als sich jährlich ein neues bildet. Auf ganz dieselbe Weise kommt die Knolle von *Ranunculus bulbosus* zustande (Fig. 134.), nur daß hier der jährliche Rhizomzuwachs noch viel schärfer zu einer einfachen, runden Knolle sich individualisirt und die Pflanze eigentlich nur die im Vorjahre gebildete Knolle besitzt, die unter ihr stehende zweijährige schon wieder im Einschrumpfen begriffen ist. Dieselbe Bewandtniß hat es auch mit den Knollen von *Crocus* und *Gladiolus:* die verschrumpfte zweijährige Knolle ist unter der frischen vorjährigen noch zu sehen; die Terminalknospe der Knolle erhebt sich als Blütenschaft nach oben, und darunter befindet sich eine Seitenknospe die zur Bildung der nächsten Knolle bestimmt ist. Aber hier sind die Niederblätter als schalenförmig die Knolle umgebende Scheiden entwickelt, deren äußere bei *Gladiolus* zierlich netzförmig durchbrochen sind, und die Nebenwurzeln entspringen hauptsächlich aus den untersten Internodien der Knolle; letztere sieht daher äußerlich einer Zwiebel (§. 74.) ähnlich und wird gewöhnlich auch, wiewohl incorrect mit diesem Namen bezeichnet. Bisweilen bilden sich auch an der Seite der Knollen von

§. 73.

Fig. 133.

Knollen von Arum maculātum.

A Das ganze aus 3 Knollen (1, 2, 3) bestehende Rhizom, 1 die älteste, 3 die diesjährige Knolle, letztere nach oben in den abgeschnittenen oberirdischen Stengel übergehend.
B Die jüngste Knolle im Durchschnitt. c der oberirdische Stengel, g die bereits mächtig entwickelte, in der Achsel des scheidigen Niederblattes b entstandene Knospe als Anlage der nächsten Knolle.

Gladiōlus Knospen, welche zu kleinen seitlichen, gestielten Knöllchen auswachsen, durch die die Pflanze sich vermehrt. Alle diese Fälle kommen darin überein, daß die Knolle aus mehreren aufeinander folgenden Stengelinternodien besteht, und daß die zur Bildung der neuen Knolle bestimmte Seitenknospe in der Nähe des oberen Theiles der alten entspringt, also die neue Knolle über der alten steht. *Colchīcum autumnāle* dagegen verhält sich insofern abweichend, als hier die ganze Knolle ein einziges Internodium ist und eine an der Basis desselben stehende Seitenknospe zur neuen Knolle sich entwickelt, letztere also immer neben der alten steht und von den äußeren Schalenblättern derselben mit umhüllt wird. Diese Verhältnisse sind durch Fig 135. und deren Erklärung verständlich. Da die *Colchīcum*-Knolle ebenfalls von schalenförmigen Niederblättern umgeben und an ihrer Basis mit Nebenwurzeln besetzt ist, so wird auch sie unrichtig als Zwiebel angesprochen.

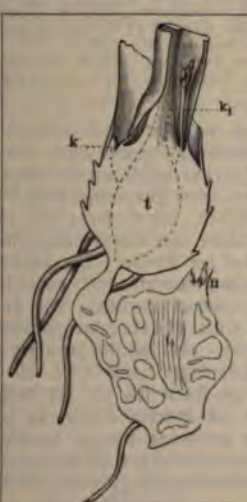


Fig. 134.

Knolle von Ranunculus bulbōsus.

t_1 vorjährige Knolle, welche bei n die Narbe des abgestorbenen oberirdischen Stengels des Vorjahres hat. t diesjährige Knolle, welche nach oben in den oberirdischen Stengel übergeht. Bei k die Achselknospe, aus welcher die nächstjährige Knolle gebildet wird. k_1 kleiner Laubtrieb in der Achsel eines unteren Stengelblattes.

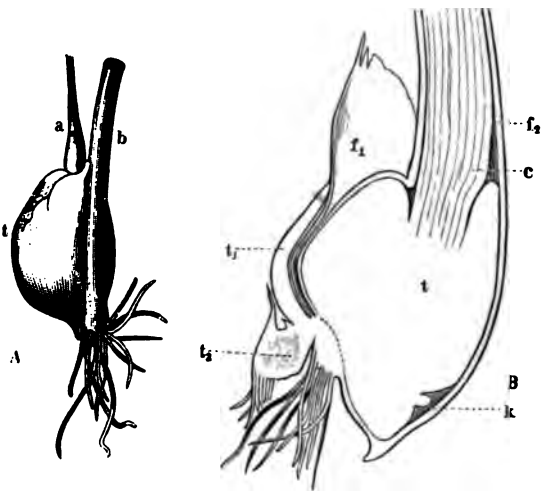


Fig. 135.

Knolle der Herbstzeitlose (*Colchicum autumnāle*).

A Die Pflanze im Herbste, die äußeren Schalenblätter sind entfernt worden. t die Knolle, ein einziges Internodium darstellend, welches an der Spitze die Ueberreste der früheren Blüte a trägt und an dessen Grunde als Axe zweiter Ordnung der nach oben in die herbstliche Blüte übergehende Trieb b steht, der unten mit Nebenwurzeln versehen ist.

B Die Pflanze im nächsten Frühjahre, der Länge nach durchschnitten und etwas vergrößert. Aus dem Trieb b in A ist jetzt durch Anschwellung des unteren Internodiums die neue Knolle t geworden. Auf der Spitze derselben der jetzt blätter- und fruchttragende oberirdische Stengel c; f_1 erste, f_2 zweite Blattscheide. Die vorjährige Knolle t in A ist eingeschrumpft und erscheint in t_1, während t_2 der noch erkennbare Rest der vorvorjährigen Knolle ist. Bei k die Seitenknospe, aus welcher bis zum Herbst wieder der neue Blütensproß (wie b in A) sich entwickelt.

§. 74. IV. **Zwiebel** (bulbus), von der Knolle dadurch unterschieden, daß der Stengel nur einen kleinen, fast scheibenförmigen Theil am Grunde des ganzen Organes bildet, welcher Zwiebelscheibe heißt, am Umfange Wurzeln treibt und nach oben gerichtete fleischige, scheiden- oder schuppenförmige Blätter trägt, welche den Hauptbestandtheil der Zwiebel bilden, indem hier diese es sind, deren Parenchym stark vergrößert und zur Aufnahme von Reservenährstoffen eingerichtet ist, also das umgekehrte Verhältniß wie bei der Knolle. Die ältesten, auswendig die Zwiebel umgebenden Blätter sind gewöhnlich vertrocknet, daher sehr dünn, hautartig und können als Zwiebelschalen bezeichnet werden. Auf sie folgen dickere, saftig-fleischige Blätter, welche man die Nährblätter der Zwiebel nennt. Sie sind theils reine Niederblätter, von schuppen- oder scheidenförmiger Gestalt, theils sind sie der verdickte Scheidentheil grundständiger Laubblätter, die dann aus der Zwiebel hervortreten. Die Terminalknospe findet sich (an der noch nicht getriebenen Zwiebel) im Innern und zwar mehr im unteren Theile, in der Mitte der oberen Fläche der Zwiebelscheibe. Aus ihr entwickelt sich zu gewisser Zeit der blütentragende oberirdische Sproß, der daher meist aus der Mitte der Zwiebel nach oben hervorwächst. In der Achsel des letzten Blattes der Zwiebel bildet sich eine Knospe, aus der sich die neue Zwiebel entwickelt, worauf der untere Theil des abgestorbenen blütentragenden Stengels und die ihn umgebenden Blätter der alten Zwiebel vertrocknen. Die meisten Zwiebeln stimmen in diesen Punkten überein und zeigen nur untergeordnete Verschiedenheiten. So finden wir bei der Küchenzwiebel (*Allium cepa*), bei *Tulipa*, *Fritillaria*, *Hyacinthus*, *Muscāri*, *Scilla*, daß die äußeren Nährblätter nicht in einen grünen Blatttheil sich fortsetzen (Niederblätter sind), daß dagegen die innersten

Nährblätter die Scheiden der grundständigen grünen Laubblätter sind; bei *Ornithogălum* tragen sämmtliche Nährblätter mit Ausnahme des äußersten ein grünes Blatt. An der Knospe, die zur neuen Zwiebel wird, wiederholt sich nun selbstverständlich allemal dieselbe Succession von Nieder- und Laubblättern. Bei *Lilium candidum* unterscheiden wir sogar mehrere solcher Jahrgänge: die äußersten Nährblätter (Fig. 137, b) zeigen an ihrer Spitze Narben; es sind die noch immer fleischigen §. 74.

Fig. 136.

Zwiebel der Küchenzwiebel (*Allium cepa*), der Länge nach durchschnitten. a der verkürzte scheibenförmige Stengeltheil, welcher die Zwiebelschalen und die Nährblätter trägt und dessen untere Fläche die Zwiebelscheibe s ist, in deren Umfang die Nebenwurzeln entspringen. t in der Mitte die Terminalknospe der Zwiebel, aus welcher sich der oberirdische Stengel entwickelt.

Fig. 137.

Zwiebel von Lilium candĭdum. Erklärung im Texte.

Basaltheile der vorjährigen Laubblätter, hinter denen wir auch den Rest des vorjährigen Blütenstengels (a) bemerken. Dann folgen Nährblätter, welche einfach zugespitzt, laubblattlos sind (c), also Niederblätter, und dann kommen die heurigen Laubblätter (d), die auch zwiebelartig verdickte Basaltheile haben. Das letzte derselben birgt in seiner Achsel neben dem aufgewachsenen Blütenstengel die Knospe für den nächstjährigen Theil der Zwiebel. Diejenige von *Lilium martăgon* und *bulbifĕrum* ist ebenso aus mehreren Jahrgängen zusammengesetzt, unterscheidet sich aber darin, daß lauter laubblattlose Nährblätter gebildet werden, die Laubblätter hier nur am oberirdischen Stengel erscheinen. Die Zwiebel von *Tulipa* weicht darin ab, daß die Wurzeln am unteren Theile der Zwiebelscheibe nicht wie gewöhnlich ringsum, sondern einseitig stehen, und zwar stets an der Seite, an welcher die zur Zwiebel des nächsten Jahres werdende Knospe sich bildet; da diese stets dem vorjährigen Blütenstengel abgewendet steht, so sind jene allemal wieder nach derselben Seite gekehrt.

Auf das Aussehen der Zwiebel ist es von Einfluß, ob die Nährblätter eine ringsum gehende Scheide darstellen, in welchem Falle die Zwiebel glatt und fest geschlossen erscheint, wie bei *Allium cepa* (Fig. 136.) und anderen, oder ob dieselben schuppenförmig, nicht umfassend sind, so daß eine schuppige Zwiebel mit vielen neben- und übereinander liegenden Schuppen entsteht, wie bei *Lilium candidum* (Fig. 137.), *martăgon* und *bulbifĕrum*.

Eine zusammengesetzte Zwiebel entsteht, wenn in den Achseln der Nährblätter Knospen erscheinen, die sich sogleich wieder zu kleinen Nebenzwiebeln entwickeln, wie bei *Allium sativum*, wo deren eine ganze Reihe in jeder Achsel steht.

Außerdem sind noch folgende besondere Arten von Zwiebelbildungen bemerkenswerth, wo immer nur ein einziges Blatt durch Anschwellung seines Grundes den

§. 74. Haupttheil der Zwiebel bildet. Bei *Allium ursīnum* (Fig. 138.) finden wir zur Blütezeit die Zwiebel von borstenartigen Fasern, den Resten einer vorjährigen Blattscheide umgeben. Dann ist der jetzt allmählich einschrumpfende Zwiebeltheil (f_1) des vorjährigen Blattes noch sichtbar. Darauf folgt ein scheidenförmig geschlossenes, aber nicht zwiebelartig verdicktes Blatt (f_2), welches nach oben in das erste Laubblatt übergeht. Umschlossen von dieser Scheide sehen wir erstens den Blütenschaft (s), welcher als Hauptsproß die Axe der Zwiebel abschließt, zweitens ein verdicktes, die eigentliche heurige Zwiebel darstellendes Blatt (f_3), welches nach oben ebenfalls in ein Laubblatt sich fortsetzt. Es ist das erste Blatt der Achselknospe, welche sich zwischen dem ersten nicht zwiebelartig verdickten Laubblatte (f_2) und dem Blütenschaft (s) gebildet hat. Es umschließt mit seiner Basis die Achselknospe (k). Im nächsten Frühlinge finden wir es wieder als halbausgesogenes Nährblatt, während die eben erwähnte Knospe dann die beschriebenen Bildungen wiederholt. — In der Gattung *Gagĕa* finden sich verschiedene Formen der Zwiebelbildung. *Gagĕa lutĕa* schließt sich am nächsten an *Allium ursīnum* an. Wir finden zur Blütenzeit (Fig. 139, A), wiederum bedeckt von trockenen Schalen, das im Einschrumpfen begriffene Nährblatt (a) der vorjährigen Zwiebel, am Grunde desselben den vorjährigen Wurzelansatz der Zwiebelaxe (n). In der Mitte erhebt sich der terminale Blütenstengel (s); an seiner Basis trägt er das einzige grundständige Laubblatt (f), welches mit seiner häutigen Scheide nicht bloß die Basis des Blütenstengels, sondern auch ein dickes Nährblatt (b) umfaßt, welches allein die heurige Zwiebel ausmacht. Dasselbe steht wiederum als erstes Blatt der Achselknospe in dem Winkel, welchen das grundständige Laubblatt mit dem Blütenstengel bildet, und ist gewöhnlich mit der Scheide jenes Laubblattes etwas verwachsen, unterscheidet sich aber von *Allium ursīnum* darin, daß es nach oben sich nicht in ein Laubblatt fortsetzt, sondern ganz Nährblatt ist. Die Knospe (k) finden wir wiederum eingeschlossen in der Basis dieses Nährblattes; sie entwickelt sich im nächsten Frühjahre wieder zum Blütenstengel und grundständigen Laubblatt. *Gagĕa pratĕnsis* (Fig. 139, B) unterscheidet sich erstens darin, daß es um die Basis des Blütenstengels (c) zwei, bisweilen sogar drei grundständige Laubblätter (f und f_1) bildet, deren jedes eine Zwiebel (b und c) in seiner Achsel erzeugt, die auch wieder von dem ersten zum Nährblatte angeschwollenen Blatte der Knospe gebildet wird; zweitens durch ein eigenthümliches Wachsthum dieses Zwiebelchens. Die Basis des Laubblattes, in deren Achsel sich das letztere bildet, wird nämlich nach unten in einen Beutel ausgeweitet, in welchen

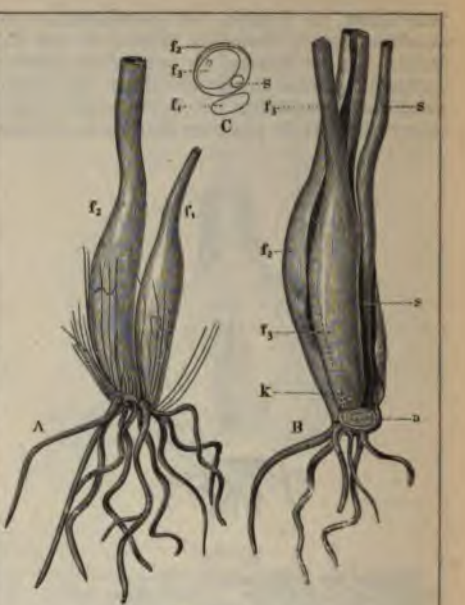


Fig. 138.

Zwiebel von Allium ursīnum.

A Der ganze, unterirdische Theil der Pflanze, von borstenartigen Fasern, den Resten der vorjährigen Blattscheide, umgeben. B nach Entfernung dieser Scheidenreste sowie des Zwiebeltheiles f_1 in A, dessen Bruchstelle bei a, und nach theilweiser Oeffnung der Scheide f_2. Der Zwiebeltheil f_3 durchsichtig gedacht, um die in ihm steckende Knospe k anzudeuten. C schematischer Grundriß des Zwiebelbaues mit gleicher Buchstabenbezeichnung wie in A und B. Erläuterung im Texte.

§. 74.

sich zugleich die ganze Zwiebel versenkt durch stark einseitiges Wachsthum an derjenigen Seite, an welcher sie an der Hauptaxe inserirt ist. So rückt sie und mit ihr zugleich die Knospe (k), die sie einschließt, tief unter die mit den Nebenwurzeln bekleidete Basis der Hauptaxe hinab. Auf diese Weise kommt das eigenthümliche Verhältniß zustande, daß das im Einschrumpfen begriffene vorjährige Nährblatt (a) die alten Nebenwurzeln (n) am oberen Ende zeigt, statt am unteren, wie es sonst bei den Zwiebeln der Fall ist.

Eine andere besondere Art der Zwiebelbildung ist diejenige, die in ihrer ausgeprägtesten Form als Rhizom mit zwiebelförmigen Sprossen bezeichnet werden darf und in der wir das Seitenstück zu dem Rhizom mit knollenförmig werdenden Sprossen finden. In schwachem Grade zeigt sich dies schon bei *Allium schoenoprăsum*. Die Zwiebel bildet sich auch hier in der Achsel zwischen dem letzten Blatte und dem Blütenstengel. Das erste Blatt dieser Knospe schwillt zum Nährblatte an und ist zugleich als Laubblatt entwickelt; nach und nach kommen in demselben Sommer noch mehr Laubblätter in dieser Zwiebel zur Entwickelung; in den Achseln derselben brechen bald neue Zwiebeln hervor, deren Blätter auch sämmtlich zu Laubblättern werden. Auf diese Weise bilden sich mehrere Verzweigungsgrade, alle in der Form der Zwiebeln; es erklärt sich daraus der rasenförmige Wuchs des Schnittlauches. Bei *Allium fallax* finden wir eine bleibende, horizontal im Boden wachsende Axe, welche die Narben der abgestorbenen alten Zwiebelblätter zeigt, an ihrer Unterseite bewurzelt ist und an der Spitze die nicht sehr dicke Zwiebel trägt. Diese besteht aus den Scheiden der grundständigen Laubblätter und entwickelt in ihrer Mitte den terminalen Blütenstengel. In der Achsel, welche das letzte Blatt mit diesem bildet, und zwar am vorderen Ende der horizontalen Axe, entsteht die Zwiebel für das nächste Jahr. Die kriechende Axe, die sich auf diese Weise sympodial fortbildet, ist in nichts von einem gewöhnlichen Rhizom verschieden, außer dadurch, daß ihre Knospe zwiebelförmig ist. Auch Seitenknospen bilden sich bisweilen und zwar ebenfalls zwiebelförmige, durch welche das Rhizom sich verzweigt.

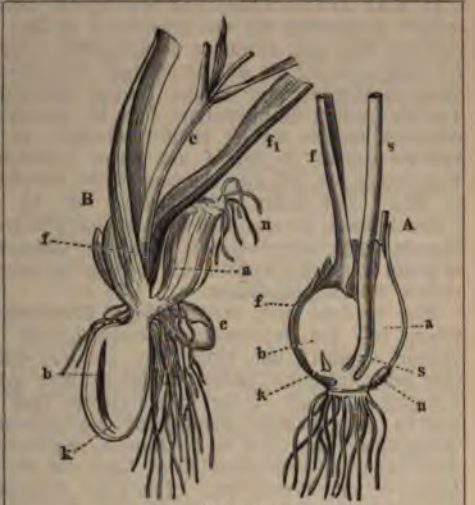


Fig. 139.

Zwiebelbildung von Gagĕa, die Zwiebeln der Länge nach durchschnitten: A *Gagĕa lutĕa*. B *Gagĕa pratĕnsis*. Erläuterung im Texte.

Fig. 140.

Zwiebelbildung am Rhizom von *Saxifrăga granulăta*. Die Niederblätter fleischig angeschwollen, kleine, end- und seitenständige Zwiebelchen bildend. a ein solches durchschnitten, um die fleischigen Blätter zu zeigen, aus denen es zusammengesetzt ist.

Den ausgeprägtesten Fall dieser Art finden wir aber bei *Saxifräga granulāta* (Fig. 140.). Das verzweigte Rhizom dieser Pflanze besteht aus fadenförmigen Trieben, deren in größeren Distanzen stehende Blätter fleischige Niederblattschuppen darstellen, die in ihren Achseln kleine Zwiebelchen entwickeln. Ebenso bilden sich die Terminalknospen der fadenförmigen Triebe zu Zwiebelchen. Letztere sitzen also in großer Anzahl am Rhizom, welches außerdem noch Nebenwurzeln trägt. Aus manchen Zwiebelchen wächst die Axe wieder in Form eines fadenförmigen Triebes hervor; die kräftigeren treiben nach oben zum laubblättertragenden und blühenden Stengel aus.

§. 75. B. **Formen des oberirdischen Stammes.** Diese sind, abgesehen von den Blüten, je nach den verschiedenen Lebenszwecken, denen der Stengel dient, folgende.

1) Der grüne Theil des Stengels, oder diejenige Region desselben, an welcher vornehmlich die mit Chlorophyll (§. 35.) versehenen Gewebe der Pflanze vertreten sind, also diejenigen physiologischen Organe, welche unter dem Einflusse des Lichtes die für die Pflanze nöthigen organischen Verbindungen aus aufgenommener Kohlensäure und Wasser bereiten (assimiliren). Bei den meisten Phanerogamen sind die chlorophyllführenden Gewebe an die Blätter gebunden; es sind das die grünen, in Größe und Form entwickeltsten Blattorgane der Pflanze, die sogenannten Laubblätter (§. 93.). Wir finden dann häufig, daß der mit solchen bekleidete Stengel selbst keine chlorophyllführenden Gewebe besitzt, oder doch nur unbedeutend Chlorophyll in seinen Rindezellen enthält. So z. B. an den Zweigen unserer meisten Holzpflanzen.

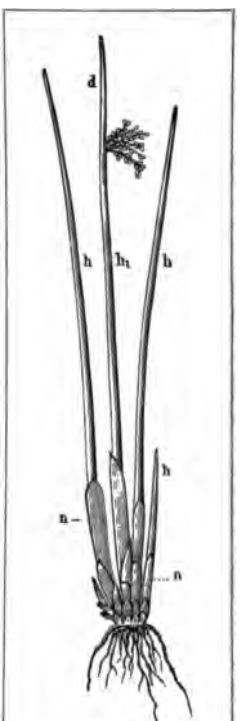


Fig. 141.

Blattlose grüne Stengel von *Juncus conglomerātus*, d. h. nur am Grunde mit scheidigen Niederblättern (n) besetzt. Die mit h bezeichneten blatt- und blütenlos endigend, h_1 an der Spitze mit Blütenstand und pfriemenförmigem grünen Deckblatt d.

Aber es kann auch das umgekehrte Verhältniß bestehen, daß das sogenannte Chlorophyllgewebe dem Stengel angehört, und dieser dann gar keine Blätter oder nur Rudimente solcher, wenigstens keine grünen Blattorgane besitzt. Dieser andere extreme Fall tritt zunächst unter völliger Blattlosigkeit des betreffenden Stengelstückes ein. So z. B. bei *Juncus conglomerātus* (Fig. 141) und verwandten Arten, sowie bei *Scirpus lacūstris* und Verwandten. Der grüne Stengel ist hier völlig blattlos, nur am Grunde von scheidenförmigen, kaum grünen Niederblättern umgeben, er ist ein einziges, ungemein langes Internodium (darum eben blattlos) und endigt oben in eine blattlose Zuspitzung oder er trägt daselbst den Blütenstand. Häufiger ist dasjenige Verhältniß, wo der Stengel aus vielen Internodien besteht, also Blätter besitzt, aber trotzdem allein Chlorophyllgewebe bildet; die Blätter sind hier als sehr kleine rudimentäre Schüppchen oder in Form anderer, nicht grüner, kleiner Organe ausgebildet. So beim Spargel (Fig. 142.), wo der vielverzweigte Stengel selbst grün ist, und wo die büschelig stehenden, grünen, nadelförmigen Organe kleine Zweiglein sind, wie die Blütenstiele, mit denen sie aus der Achsel ganz unscheinbarer farbloser, häutiger Blattorgane entspringen. Auch gehört hierher die Form des cactusartigen Stammes (Fig. 143.), welche bei den Cacteen und den cactusförmigen Euphorbiaceen vorkommt. Hier ist gleichfalls der voluminöse Stengel allein das chlorophyllführende Organ, seine Blätter sind auf warzenförmige, bestachelte Bildungen reducirt. Die Gestalt aller solcher Stengel kann eine sehr mannichfaltige sein; es tritt die Tendenz hervor, Gestalten anzunehmen, bei denen die grüne Oberfläche möglichst groß wird, um so wie es auch bei grünen Blättern

§. 75.

der Fall ist, deren Rolle hier eben der Stengel spielen muß, die physiologische Leistung des Organes möglichst zu erhöhen. Bei cylindrischer oder prismatischer Form sucht der Stengel durch ansehnliche Länge seine Oberfläche zu vergrößern (Halme von *Scirpus lacustris*, *Juncus compressus*, ꝛc. Stämme von *Cereus* ꝛc.), oder er erreicht solches durch Annahme voluminöser kugelförmiger Gestalt (*Melocactus* Fig. 143, B, *Echinocactus* ꝛc.). In beiden Fällen kann

Fig. 142.
Stück eines Zweiges a vom Spargel. In der Achsel des farblosen, schüppchenförmigen Blattes b steht ein Blütenstiel und drei blattlose grüne nadelförmige Zweiglein.

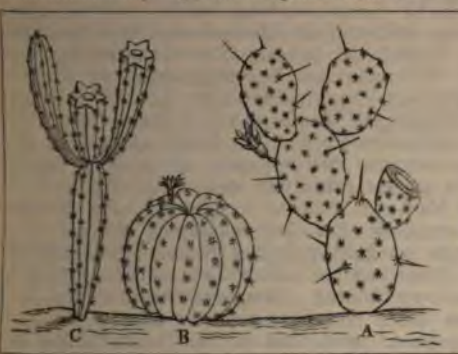


Fig. 143.
Cactusartige Stämme.
A Stengel der **gemeinen Fackeldistel** oder **indianischen Feige** (*Opuntia vulgaris*) mit einer Blüte und einem querdurchschnittenen Gliede.
B Stengel eines **Melonen-Cactus** (*Melocactus communis*).
C Stengel des sechseckigen **Säulen-Cactus** (*Cereus hexagonus*). Ein Ast und der Stengel oben durchschnitten, um die Form zu zeigen.

die Oberfläche überdies noch dadurch vergrößert werden, daß der Umfang anstatt kreisrund zu sein, durch Bildung vorspringender Leisten viele Kanten oder Rippen bekommt (Fig. 143, B und C). Oder aber es wird eine große Oberfläche dadurch erzielt, daß der Stengel in seiner Gestalt geradezu das Blatt nachahmt; er wird plattgedrückt (z. B. bei *Opuntia*, Fig. 143, A) oder wirklich dünn blattartig, indem er die Form der oben (§. 68.) erwähnten Blattstengel oder Phyllocladien (Fig. 119.) annimmt. Die Aehnlichkeit mit Blättern kann noch größer werden, wenn solche grüne Phyllocladien sogar einen bilateralen Bau (§. 8.) annehmen, bei welchem nur die nach oben, dem Lichte zugekehrte Seite mit dem eigentlichen Chlorophyllgewebe ausgestattet ist, die untere Seite mehr anderen Functionen dient. Das schönste Beispiel hierfür geben die auf dem Wasser schwimmenden Wasserlinsen (Fig. 144.). Diese Pflänzchen haben nur bei der Keimung ein Blatt, den Kotyledon, welcher an der schon plattgedrückten Keimaxe sitzt. Von letzterer geht die Verzweigung ohne irgend eine Blattbildung weiter: nahe dem Scheitel entsteht eine Seitenaxe, und in den folgenden Verzweigungsgraden werden dergleichen

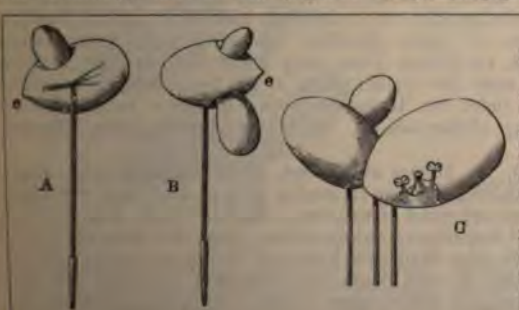


Fig. 144.
Wasserlinsen (*Lemna minor*).
Schwimmende, linsenförmig flache, blattlose grüne Stengel, e der Stengelgrund; über demselben an einem oder an beiden Rändern Seitensprosse treibend, auf der Mitte der Unterseite eine Wurzel mit großer Wurzelhaube tragend.
A von der Unterseite, B von der Oberseite gesehen. C blühend; statt eines Seitensprosses tritt eine Blüte am Rande des Stengels hervor. Schwach vergrößert.

§. 75. beiderseits des Scheitels getrieben; ihre Wachsthumsrichtung liegt in der Ebene des flachen Stengels, und sie nehmen wiederum blattähnliche abgeplattete Form an. Die jedesmalige Hauptaxe wird in ihrem Längenwachsthum unterdrückt, sie bildet nur ein rundes oder ovales Glied, und so ist das Pflänzchen aus linsenförmigen, seitlich aus einander hervorsprossenden Stengelgliedern zusammengesetzt Jede Seitenknospe befindet sich zunächst in einem engen Spalt der Axe, aus der sie entspringt, eingeschlossen, infolge eines Wachsthums des ihr benachbarten Gewebes dieser Axe. Die untere Seite der Stengelglieder treibt Nebenwurzeln in das Wasser, die an die Luft grenzende obere Seite dagegen hat in ihrer Epidermis Spaltöffnungen und unter derselben ein chlorophyllreiches Gewebe. Die Glieder lösen sich leicht von einander, und darauf beruht die gewöhnliche Vermehrung dieser selten blühenden Pflänzchen. Noch einfacher ist die *Lemna arrhiza*, da ihr auch die Wurzeln fehlen; sie ist ein grünes, kaum hirsekorngroßes schwimmendes Kügelchen, welches nur an der oberen, auf dem Wasserspiegel liegenden Seite Spaltöffnungen in der Epidermis, und unter dieser chlorophyllreiches Parenchym hat; der übrige ins Wasser tauchende Theil der Epidermis besorgt die Aufnahme der flüssigen Nahrung. — Blattförmige bilaterale Stengelorgane können auch aus Stamm und Blättern combinirt sein. So bei den abgeplatteten Sprossen von *Thuja occidentālis*, welche schuppenförmige, dem Zweige anliegende Blätter tragen, und zwar je eine Reihe an den beiden Kanten, je eine auf der untern und obern Seite (Fig. 7, S. 19). Die ganze untere Seite dieser schief oder horizontal wachsenden Zweige ist hellgrün und hat zahlreiche Spaltöffnungen, die obere Seite dunkelgrün, glänzend und hat keine oder wenige Spaltöffnungen und chlorophyllreiches Gewebe unter der Epidermis. Es haben hier also auch die Blätter, die der unteren Seite ansitzen, anderen Bau als die der oberen Seite, und die kielartig zusammengedrückten Blätter an den Kanten, welche mit der einen Hälfte der oberen, mit der anderen der unteren Seite des Phyllocladium angehören, haben jedes in ihren beiden Hälften diesen verschiedenen Bau.

Zwischen den beiden extremen Fällen, wo nur das Blatt oder nur der Stengel Träger des Chlorophyllgewebes ist, giebt es viele Mittelbildungen, indem bei vielen Pflanzen, welche grüne Laubblätter besitzen, überdies auch der Stengel mehr oder weniger reichlich mit Chlorophyllgewebe ausgestattet ist. Entweder sehen wir hier die Laubblätter am Grunde des Stengels zu einer Rosette zusammengedrängt stehen (sogenannte grundständige Blätter) und den Stengel als ein langgestrecktes Internodium bis zum Blütenstand hinauf blattlos, oder höchstens mit kleinen Deckblättern besetzt, aber grün. Oder es kann auch ein Stengel, an welchem die Laubblätter in Distanzen aufeinander folgen (sogenannte Stengelblätter), in dieser Weise mit als Träger des Chlorophyllgewebes fungiren. So z. B. bei *Allium cepa*, wo die Blätter sogar in Form und Aussehen dem Stengel, in dessen unterer Hälfte sie entspringen, ähnlich sind; ferner auch bei den anderen Arten von *Allium* und auch vielen anderen Liliaceen, ja unter den Monokotyledonen überhaupt sehr verbreitet; selbst die Gräser sind mehr oder weniger hierher zu rechnen. Unter den Dikotyledonen giebt es gewisse Gattungen, bei denen der Stengel durch stärkere Ausbildung von Chlorophyllgeweben den Laubblättern mehr oder minder ebenbürtig an die Seite tritt; und in diesen Familien sind meist auch Arten bekannt, wo eine Neigung besteht, die Blätter sogar ganz unentwickelt zu lassen. Solche Pflanzen giebt es z. B. unter den Papilionaceen in der Verwandtschaft von *Sparlium*, *Genista*, *Ulex*, unter den Umbelliferen bei *Oenānthe*, unter den Compositen bei *Chondrilla*, *Cichorium* ꝛc., unter den Plumbagineen, Chenopodiaceen ꝛc.

2) Ranke (cirrhus), ein dünnes und langes, fadenförmiges Gebilde, welches sich um dünne fremde Körper spiralig zu winden vermag und daher als Kletterorgan dient. Ein metamorphosirtes Stengelorgan ist die Ranke beim Weinstock und beim wilden Wein (*Ampelŏpsis quinquefŏlia*), sowie bei *Passiflŏra* (während bei anderen Pflanzen auch Blätter die Form von Ranken annehmen, s. §. 94.). Wenn ein Stengelorgan sich zu einer Ranke metamorphosirt, so bleiben seine Blätter auf rudimentären Bildungen stehen, bilden höchstens kleine häutige Schüppchen, keine Laubblätter. Die Ranken stehen an der Seite des Stengels. Beim

Weinstocke finden wir sie allemal an Stelle eines Blütenstandes, dem Blatte scheinbar gegenüber stehend, und sie ist hier auch als umgewandelter Blütenstand zu betrachten. Eigentlich steht sie terminal; aber der Achselsproß, den das Laubblatt bringt, erstarkt, drückt den Blütenstand, beziehendlich die Ranke zur Seite und bildet scheinbar die Fortsetzung des vorhergehenden Internodiums, indem er sich diesem gleich entwickelt. Der Weinrebenstengel ist also ein Sympodium (☞ §. 16.), seine Ranken die zur Seite geschobenen metamorphosirten terminalen Stücke der einzelnen Sprossungen (Fig. 145.). Bei *Passiflóra* ist dagegen die Ranke ein Seitensproß; sie tritt zusammen mit dem Blütenstiele aus der Achsel des am Stengel stehenden Laubblattes.

Fig. 145.
Ranke des Weinstockes als metamorphosirtes, durch den erstarkenden Achselsproß zur Seite geschobenes Stengelende.

3) Dorn (spina), ein starres, an der Spitze stechendes holziges Organ, welches §. 77.
in den meisten Fällen durch Umwandlung eines Stengels, bisweilen aber auch von Blattorganen (§. 94.) entsteht. Bei den Pomaceen (z. B. *Crataegus*) und Amygdalaceen (z. B. *Prunus spinōsa* Fig. 146.) geschieht dies meist in der Weise, daß ein kurzer Zweig, welcher anfangs Laubblätter erzeugt, bald aufhört, solche zu bilden und den Vegetationspunkt zu einer holzigen Zuspitzung werden läßt, die von nun an kein weiteres Wachsthum zeigt. Solche Dornen sind unten noch mit Laubblättern besetzt, und zeigen nach oben hin, wo sie sich konisch zuspitzen, nur noch Spuren von Blattbildungen. Bei *Gleditschia* (Fig. 147.) wird gewöhnlich ein ganzer Sproß oder, indem dieser verzweigt ist, ein ganzes Sprossystem dornig und ist dann ganz ohne Laubblätter. Manche Stämme dieses Baumes sind ringsum durch solche Dornen furchtbar bewehrt. Endlich haben auch Stengel, welche normal keine Laubblätter bilden,

Fig. 146.
Zweigdorn von Prunus spinōsa. Der blättertragende Zweig zeigt oben nur noch Andeutungen von Blattbildung bei n und läßt den Vegetationspunkt zu einer holzigen Zuspitzung werden.

Fig. 147.
Zweigdorn von der dreidornigen Gleditschie, deren ganzer, in der Blattachsel sitzende Zweig sich zum Dorn umgebildet hat.
X Narbe des am Grunde des Zweigdorns abgebrochenen Blattes (Stützblattes).

sondern selbst zu grünen walzenförmigen oder plattgedrückten Organen werden, die Neigung dornig zu werden oder sind es normal an allen ihren Spitzen, z. B. die in den Tropenländern Amerikas furchtbare Dornenhecken bildenden Gebüsche von *Colletia spinōsa*, ferner die in einen Dorn endigenden Phyllocladien von *Ruscus aculeātus*.

V. Sproßfolge.

§. 78. I. **Sproßfolge einjähriger Pflanzen.** Um den Aufbau der ganzen Pflanze morphologisch zu charakterisiren, muß man sowohl die Verzweigungsgrade des Stengels (§. 67.) vom Zustande der Keimpflanze an, als auch die Metamorphose (§. 69.), die derselbe in den einzelnen Sproßordnungen annimmt, berücksichtigen. Verstehen wir hier den Sproß im weitesten Sinne und rechnen wir also zu seiner Metamorphose nothwendig auch die Blütenbildung, so ist der denkbar einfachste Fall der, daß eine Pflanze nur einen einzigen Sproß, nur die Hauptaxe besitzt, an welcher dann von unten nach oben alle Metamorphosenformen des Stengels und seiner Blätter vertreten sind. Bei einjährigen Kräutern, die mit der Erreichung der Blüte- und Fruchtbildung ihr Leben vollständig beschließen, ist dieser Fall nicht selten, und solche Pflanzen können einaxige genannt werden. An kleinen Exemplaren von *Myosūrus minĭmus* (Fig 148, A) sehen wir an der Hauptaxe auf die Keimblätter die grundständigen, an verkürzten Internodien stehenden, daher zu einer Rosette zusammengedrängten Laubblätter folgen; dann streckt sich die Axe, bildet ein langes Internodium, den Blütenstengel, dessen Ende unmittelbar die einzige Blüte einnimmt, deren Axe der letzte Theil der Hauptaxe ist. Statt die Laubblätter alle am Grunde an sehr verkürzten Internodien zu tragen, kann die Laubblattregion der einaxigen Pflanze auch aus gestreckteren Internodien bestehen, so daß ein längeres Stück des Stengels mit Laubblättern bekleidet ist und oben wieder mit einer einzigen Blüte abschließt, wie z. B. an *Papāver rhoeas* (Fig. 149.). Bei vielen anderen einjährigen Pflanzen ist der Aufbau ganz derselbe, nur daß statt der Einzelblüte ein Blütenstand am Ende des Stengels vorhanden ist, z. B. eine Traube, wo also die Axe an der Spitze verzweigt ist, und die Zweige als Blütenstiele je eine Blüte tragen. Streng

Fig. 148.

Myosūrus minĭmus, A als einaxige Pflanze, B als zweiaxige Pflanze. Die Laubblätter sämmtlich an gestauchten Internodien, eine Rosette grundständiger Blätter bildend. In B beginnen auch die Seitensprossen mit grundständigen Blättern.

Fig. 149.

Papāver rhoeas, A als einaxige Pflanze, B als zweiaxige Pflanze. Die Laubblätter an gestreckten Internodien. k Kotyledonen. In B beginnen die Seitensprosse wieder mit Laubblättern, jedoch die successiv nach oben hin aufeinander folgenden a, b, c, d in abnehmender Zahl.

genommen müssen solche schon als zweiaxige Pflanzen gelten. Doch kann man sie, wenn man den Blütenstand als ein Ganzes auffaßt, welches die Hauptaxe abschließt, noch immer als einaxige bezeichnen.

Bei der weitaus größten Mehrzahl der Phanerogamen ist jedoch die Hauptaxe verzweigt, die Pflanze stellt ein Sproßsystem (§. 67.) dar und muß als *zweiaxig*, *dreiaxig*, *mehraxig* bezeichnet werden, je nach dem Grade, bis zu welchem die Verzweigung fortschreitet. Hier haben wir also von einer *Sproßfolge* zu reden, wobei es hauptsächlich interessirt, welcher Charakter der Metamorphose an die successiven Sprosse geknüpft ist. Selbstverständlich haben diese Verhältnisse auf den ganzen Aufbau, die gesammte Gestalt und Physiognomie der Pflanze den größten Einfluß. Hier ist nun zunächst der Fall zu unterscheiden, wo schon an der Hauptaxe selbst die Metamorphose bis zur Blütenbildung ansteigt; dies kommt ebenfalls bei den einjährigen Kräutern vor, die soeben als einaxige Pflanzen beschrieben wurden. Bei diesen ist es sogar der gewöhnliche Fall, daß sie zwei- und selbst drei- und mehraxig werden, sobald die Pflanze einigermaßen kräftig sich entwickelt. Die Verzweigung geht dann von der Laubblattregion des Stengels aus und die Seitensprosse beginnen dann gewöhnlich mit dem Charakter der Laubblattregion. Bei den mit lauter grundständigen Wurzelblättern versehenen einjährigen Kräutern bilden diese Achselsprossen zuerst einige dicht bei einander stehende Laubblätter, wodurch die Zahl der Wurzelblätter sich vergrößert, und dann folgt das langgestreckte Internodium, welches mit der Blüte, beziehendlich dem Blütenstand abschließt (Fig. 148, B). Auch bei denjenigen, wo die Laubblätter an gestreckteren Internodien stehen, kommen, wenn die Pflanze zweiaxig wird, die Seitensprosse gewöhnlich in der Form des Hauptsprosses zur Entwickelung: sie beginnen wieder mit Laubblättern und gehen nach oben hin in die Formation der Blüte, beziehendlich des Blütenstandes über; nur die obersten Seitensprosse sind wohl auch ohne Laubblätter und tragen nur die Blüte (Fig. 149, B). Dasselbe Verhältniß kann sich auch durch mehrere Verzweigungsgrade fortsetzen. Am vollständigsten ist diese Wiederholung der Seitensprosse in der Form des Hauptsprosses z. B. beim Getreide, wo dieser Vorgang das Bestocken genannt wird und zur Bildung mehrerer Getreidehalme an einer und derselben Pflanze führt (Fig. 150.). Hier sind es nämlich allein die untersten, an kurzen Internodien des Halmes stehenden Laubblätter, welche Seitensprosse aus ihren Achseln treiben, während die weiter nach oben folgenden Blätter keinen Zweigen den Ursprung geben. Aus jedem Seitensproß wird ein einfacher ährentragender Halm, genau in der Form des Haupthalmes, auch wieder mit kurzen Internodien beginnend, deren Blätter wiederum aus ihren Achseln secundäre Halme treiben können, und schließlich ist es nach der Stärke und Höhe der Halme oft nicht mehr zu unterscheiden, welches die Hauptaxe und welches die Seitenaxen waren.

Fig. 150.
Schema der sich bestockenden Getreidepflanze als einer *mehraxigen Pflanze*, wo immer nur die untersten Blätter neue Achselsprosse bilden. h h der Haupthalm, von welchem die Verzweigung ausgegangen. An den Halmen sind nur die Knoten unter Weglassung der Blätter angedeutet.

II. **Sproßfolge mehrjähriger Pflanzen.** Dadurch, daß sich die Entwickelung der Pflanze in mehrere aufeinanderfolgende Jahresperioden gliedert, wie bei den ausdauernden Kräutern und bei den Holzgewächsen, wird die Sproßfolge in hohem Grade beeinflußt. Dies richtet sich in erster Linie darnach, ob die Pflanze diejenigen Sprosse, an welchen sie Laubblätter oder Blüten gebildet hat, regelmäßig nach einer gewissen Zeit, z. B. alljährlich nach dem Ablauf des Sommers wieder verliert und somit alljährlich von neuem solche Sprosse bilden muß, oder ob dieselben an der Pflanze bleiben, und von ihnen aus die Sprossung sich fortsetzt. §. 79.

§. 79. A Einaxige Pflanzen. Betrachten wir zunächſt die Fälle, wo keine Sproſſe verloren gehen, ſondern ſich immer Sproß an Sproß anſetzt und womit alſo eine ſtete Vergrößerung der Pflanze verbunden iſt, ſo iſt wieder das einfachſte Verhältniß die Einaxigkeit der Pflanze. Die Hauptaxe wächſt, ohne ſich zu verzweigen, im Laufe der Jahre immer weiter, indem ſie abwechſelnd die verſchieden metamorphoſirten Blätter hervorbringt und die älteſten derſelben in dem Maße verliert, als die Terminalknospe neue bildet. Dieſen Fall zeigt uns *Cycas*, deſſen dicker ſäulenförmiger einfacher Stamm an ſeinem Ende eine Krone großer wedelförmiger grüner Blätter trägt; von dieſen umgeben bemerken wir die große Terminalknospe, welche die Fortſetzung der Hauptaxe darſtellt. Dieſe Knospe iſt äußerlich von Knospenſchuppen bedeckt; die Blattbildung des Stammes ſinkt alſo zeitweiſe auf die Form von Niederblättern (§. 93.) zurück; dieſe Knospenſchuppen ſind nur zum Schutze der darauf wieder folgenden jungen Laubblätter beſtimmt, welche in der Knospe angelegt werden und in einem folgenden Jahre eine neue Wedelkrone bilden, während die älteren Wedel wieder abgeworfen werden. So baut ſich die Axe unter dem ſtetem Wechſel dieſer Blattbildungen immer weiter, und ſelbſt bei der Blütenbildung iſt es nur die Hauptaxe, welche eine Anzahl aufeinanderfolgender Blätter ſtatt zu Laubblättern zu denjenigen Blättern metamorphoſirt, an denen die Fructificationsorgane ſich befinden. Darnach wächſt die Hauptaxe wieder unter gewöhnlicher Laubblattbildung weiter. Ebenfalls durch eine dauernd erhalten bleibende Endknospe wächſt der Stamm vieler Palmen (Fig. 151.) und der Drachenbäume zu einem meiſt unverzweigten Baumſtamme heran, der immer auf ſeinem Ende eine Krone von Laubblättern trägt; nur ſind hier die Blütenſtände ſtets Seitenſproſſen, die aus den Achſeln der Laubblätter entſpringen, die Pflanze iſt alſo ſtreng genommen nicht einaxig. Da aber dieſe an der Seite des Stammes ſtehenden Blütenſtände nach erlangter Reife der Früchte wieder abgeworfen werden, ſo haben ſie auf den Aufbau der vegetativen Axe keinen Einfluß; dieſe wächſt vielmehr als unverzweigter Hauptſproß dauernd an der Spitze weiter. Eine ſolche unverzweigte Form des Stammes pflegt man Stock oder Strunk (caudex) zu nennen. Doch treibt dieſelbe im hohen Alter bisweilen am Gipfel einige Aeſte, wie bei den Drachenbäumen, der Dhumpalme ꝛc.

Fig. 151.
Stock der Zwergpalme (*Chamaerops humilis*). verkleinert.

B. Mehraxige Pflanzen mit Verkettung bleibender Sproſſe. Ganz ähnliche Verhältniſſe, mutatis mutandis, treten auch überall dort auf, wo durch regelmäßige Verzweigung der Sproſſe dauernd bleibende, von Jahr zu Jahr in höhere Verzweigungsgrade übergehende Sproßſyſteme gebildet werden, wie bei allen unſeren Sträuchern und Bäumen. Auch hier wird die in der Blütenbildung beſtehende Metamorphoſe an beſondere ſeitliche Sproſſe oder Sproßſyſteme geknüpft, welche nach Verrichtung ihrer Function (nach Erreichung der Fruchtreife) abgeworfen werden, alſo für den Aufbau des Ganzen nicht in Betracht kommen. Wir unterſcheiden daher hier die Tragknospen oder Fruchtaugen (gemmae floripărae), aus welchen die blühenden Sproſſe kommen, von den Blattknospen (gemmae foliipărae). Es ſind alſo nur die vegetativen, mit Laubblättern bekleideten Sproſſe, welche hier zu feſten Verbänden ſich verketten und immer höhere Verzweigungsgrade bedingen. Die Art wie dieſes geſchieht, iſt nun wieder bei den verſchiedenen Pflanzen nicht ganz gleich. Vor allen muß bei faſt ſämmtlichen Holzpflanzen wiederum der eben erwähnte periodiſche Wechſel zwiſchen Niederblatt- und Laubblattbildung an

den Sprossen berücksichtigt werden, welcher mit dem Wechsel der Jahreszeiten, mit den jährlichen Vegetationsperioden, zusammenhängt. Jeder für die nächste Vegetationsperiode bestimmte Sproß bildet nämlich an seiner aus verkürzten Internodien bestehenden Basis dicht über und um einander stehende Niederblätter in Form der sogenannten Knospenschuppen (§. 93.), harten, schuppenartigen, meist nicht grün gefärbten Blattorganen, unter denen der Sproß im Knospenzustande während des Winters verborgen und geschützt bleibt (Fig. 152.). Die Holzpflanzen haben daher während des ganzen Winters, schon vom Herbste an, an ihren Zweigen diese sogenannten Winterknospen. Das Ausschlagen derselben im Frühjahre besteht darin, daß der in denselben angelegte Sproß, dessen Laubblätter man schon im Winter in der Knospe unterscheiden kann (vgl. Fig. 152.), hervorwächst und seine Laubblätter zur vollen Entwickelung bringt. Während des Sommers werden nun an dem neu entstandenen Sproß die Winterknospen für das nächste Frühjahr gebildet; und zwar sehen wir bei den meisten Bäumen, daß die Terminalknospe der diesjährigen Sprosse, indem sie auf die Bildung von Niederblättern oder Knospenschuppen zurückkehrt, zur Winterknospe sich gestaltet. Zugleich erzeugen die Laubblätter in ihren Achseln Seitenknospen, die ebenfalls mit Knospenschuppen beginnen und sich zu Winterknospen entwickeln. Es ist also der gewöhnliche Fall, daß jedes Jahr nur ein Sproßgrad hinzugefügt wird. Der Sproß eines Laubholzes, der im Sommer z. B. so aussieht, wie in Fig. 153, A, und im Herbste und Winter die Blätter verloren und nur noch seine Winterknospen behalten hat, erscheint im nächsten Sommer, wo alle seine Knospen je einen neuen Sproß getrieben haben, so wie in Fig. 153, B, wo dann jeder

§. 79.

Fig. 152.

Die terminale Winterknospe der Roßkastanie (Fig. 153, A t) im Durchschnitt; man erkennt, von den Knospenschuppen bedeckt, in der Mitte die jungen Laubblätter des im nächsten Frühjahre hervorwachsenden Sprosses. ff die abgeschnittenen beiden letzten Blätter.

Fig. 153.

Zweig der Roßkastanie, A im ersten, B im zweiten Jahre seiner Entwickelung. In A ist t die terminale, a a zwei seitliche Winterknospen. In B, wo von den Blättern des vorigen Jahres (A) an genau denselben Stellen nur noch die Blattnarben zu sehen sind, ist aus t ein neuer Terminalsproß, aus a und a je ein Seitenzweig geworden, an denen bereits wieder die Knospenbildung begonnen hat. Die Mehrzahl der Blätter ist abgeschnitten.

§. 79. der neugebildeten Sproſſe ſich ſo verhält wie der Sproß Fig. 153, A im vorigen Jahre. Somit würde, unter der (der Regel nach auch zutreffenden) Vorausſetzung, daß der Baum in jedem Jahre eine Sproßgeneration und auch nicht mehr als eine bildet, ſein Verzweigungsgrad genau der Zahl ſeiner Lebensjahre gleich ſein.

Viele Bäume zeigen die Abweichung, daß die Terminalknospe der Sproſſe ſich nicht zu einer Winterknospe ausbildet. Wir ſehen im Sommer, nachdem die Sproſſen ausgetrieben haben, regelmäßig die letzten Internodien frühzeitig welken und abſterben bis an denjenigen Knoten, wo das letzte vollſtändig entwickelte Laubblatt ſteht (Fig. 154). Eine Terminalknospe iſt hier alſo nicht vorhanden, wohl aber hat das letzte Laubblatt, ebenſo wie alle Laubblätter des Sproſſes, eine Seitenknospe in der Achſel, welche bei ihrer nun ſcheinbar endſtändigen Stellung leicht für eine wahre Terminalknospe gehalten werden könnte; aber man findet ſtets neben ihr die Narbe oder den Stummel des verloren gegangenen Endſtückes des Hauptſproſſes. Dieſe Knospe entwickelt ſich auch im nächſten Frühjahre am kräftigſten und ſetzt den Sproß in der Längenrichtung fort; letzterer wird alſo hier regelmäßig zu einem Sympodium (§. 16.), und zwar beſteht dieſes aus den Sproßordnungen der ſucceſſiven Jahrgänge. Dieſes Verhältniß iſt ſehr weit verbreitet; es iſt Regel z. B. bei *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Robinia* ꝛc.

Fig. 154.

Sproßfolge der Linde in Form eines Sympodiums, indem die Spitze des Triebes t regelmäßig abwelkt und vertrocknet, ſo daß die Achſelknospe a des letzten Laubblattes im nächſten Jahre die Fortſetzung des Sproſſes übernimmt.

Von Belang für die Sproßfolge der Bäume ſind die Blütenſtände derſelben, weil es Sproſſe oder Sproßſyſteme ſind, welche nicht fortgebildet, für den Aufbau des Baumes nicht verwendet werden, ſondern meiſt ſchon in derſelben Vegetationsperiode wieder verloren gehen. Ihr Auftreten in der Sproßfolge zeigt folgende Verſchiedenheiten: Der ſeltenſte, z. B. bei *Rhamnus*, *Fagus* und *Quercus* vorkommende Fall iſt der, daß die Blütenſtände in den Achſeln der Blätter der diesjährigen Sproſſe ſich bilden. Es wird damit eigentlich ſchon eine zweite Sproßordnung in demſelben Jahre hervorgebracht, aber dieſe Sproſſe beginnen nicht mit Laubblättern, ſondern tragen nur die zur Bildung des Blütenſtandes gehörigen Blätter, gehen daher auch nach der Fruchtreife gänzlich verloren; auch werden gewöhnlich in Blattachſeln, die ſolche Blütenſtände getrieben haben, keine Winterknospen angelegt. Viel allgemeiner iſt der Fall, daß die Blütenſtände aus beſonderen Winterknospen kommen, welche den anderen, die Laubſproſſe erzeugenden Winterknospen gleichwerthig ſind. Wir finden dann, daß eine oder mehrere der Seitenknospen dieſen Charakter haben, während die Endknospe oder die dieſe vertretende letzte Seitenknospe bei ſympodienbildenden Bäumen vegetativen Charakter hat, eine Laubknospe darſtellt, welche den Sproß fortſetzt, während die ſeitenſtändigen Winterknospen, ſoweit ſie Blütenſtände gebracht haben, nicht zur feſten dauernden Beäſtung des Baumes beitragen, mit der Erreichung der Fruchtreife verloren gehen. So zeigen es z. B. die Obſtbäume, beſonders Kirſchen- und Pflaumenbäume, ſowie die meiſten Weidenarten, bei denen bekanntlich die Blütenkätzchen an der Seite der Sproſſen aus beſonderen Winterknospen hervorkommen. In ſolchen Blütenknospen werden vielfach gar keine Laubblätter gebildet, ſie ſind ſtreng nur für die Blütenbildung beſtimmt. Doch giebt es auch viele Bäume, z. B. Weidenarten, wo aus den genannten Knospen Sproſſe kommen, die einige Laubblätter und dann erſt den Blütenſtand bilden. Aber auch ſolche Sproſſe ſind meiſt ſchwächlich und gehen bald verloren. Ein anderer Fall aber, der freilich durch Uebergänge mit jenem verbunden iſt, iſt der, wo die eigentlichen kräftigen Laubſproſſe zuletzt in den

Blütenstand übergehen. Da dieser nach der Fruchtreife abbricht, so haben solche Sprosse keine terminale Winterknospe, sondern nur seitliche, welche aus den Achseln ihrer Laubblätter gebildet worden sind. Dies ist z. B. bei *Sambucus*, *Ligustrum*, *Philadelphus*, *Viscum* ꝛc. der Fall. Da hier die Blätter, und somit auch die Seitenknospen gegenständig stehen, so wird an solchen blühenden Zweigen, weil ihre terminale Fortsetzung unterbrochen ist, eine gabelförmige Verzweigung (vergl. auch Fig. 15, D) bedingt. Dagegen rührt bei *Syringa*, wo die Blütenstände aus seitlichen Winterknospen kommen, die sehr ausgeprägte gabelförmige Verzweigung daher, daß regelmäßig die Terminalknospe über dem letzten Paar Seitenknospen fehlschlägt (Fig. 155.). §. 79.

Fig. 155.

Zweig von *Syringa vulgaris*, die Terminalknospe fehlgeschlagen, an deren Stelle die zwei gegenständigen Knospen des letzten Blattpaares, durch welche die gabelförmige Verzweigung dieses Strauches bedingt wird.

Auf die Form der Verzweigungssysteme bei den Holzpflanzen hat auch der Umstand großen Einfluß, ob alle Laubblätter oder nur einige derselben wirkliche Winterknospen, die zur Zweigbildung fähig sind, in ihren Achseln bilden, und welche Stellung diese Knospen am Sprosse einnehmen. Bei den meisten Laubbäumen ist es Regel, daß alle Laubblätter solche Knospen bilden, höchstens mit Ausnahme der untersten kleineren Blätter des Sprosses, welche gewöhnlich nur kleine, kümmerliche, ruhend bleibende oder ganz fehlschlagende Knospen bringen. Doch besteht hier schon vielfach die Neigung, die obersten, in der Nähe der Terminalknospe stehenden Seitenknospen im Verhältniß zu den übrigen zu fördern, so daß oft nur eine oder mehrere der dort befindlichen zum wirklichen Austrieb kommen. So ist es namentlich für die Eiche charakteristisch, daß sie rings um die Terminalknospe, welche die größte von allen ist, eine Anzahl nahe bei einander stehender kräftigster Seitenknospen zeigt, welche diese Stellung deshalb haben, weil hier die Internodien, an denen die obersten Laubblätter jedes Jahressprosses stehen, viel kürzer bleiben als die vorhergehenden. Sehr oft verzweigen sich die Aeste der Eiche nur aus diesen Seitenknospen, woraus die sperrige, in Absätzen fast quirlige Verzweigung der Aeste dieses Baumes sich erklärt. Viel schärfer tritt ein solches Verhältniß bei den meisten unserer Nadelbäume, besonders an Fichte und Tanne hervor, weil hier wirklich nur einzelne Nadeln an bestimmter Stelle des Sprosses zur Bildung von Achselknospen verschreiten. Es sind das nämlich immer einige der letzten Nadeln des Sprosses, so daß dieser unterhalb seiner Terminalknospe mehrere Seitenknospen hat, die nicht selten fast einen vollständigen Quirl bilden, freilich keinen streng morphologischen Quirl (§. 18.), weil ja die Nadeln in einer Spirale stehen. Man kann daher in allen Sproßsystemen dieser Bäume, namentlich jüngerer Individuen, das Alter genau abzählen. Jedes Sproßstück, welches unterhalb der Terminalknospe und des Knospenquirles steht und bis zu dem nächsten Astquirl reicht, ist das Erzeugniß des laufenden Jahres, das folgende Stück von diesem Astquirl bis zum nächstälteren stammt aus dem vorhergehenden Jahre, das nächste aus dem dritten Jahre u. s. f. Es kommen zwar auch eine und die andere Knospe an anderen Stellen des Sprosses zur Entwickelung, aber dadurch verliert die durch jene Quirlknospen bedingte Abgrenzung der jährlichen Sproßstücke nicht an Deutlichkeit.

Bei Bäumen, deren Sprosse ihre Terminalknospe nicht durch Blütenbildung oder durch Fehlschlagen, wie z. B. bei Sympodiumbildung (s. oben), verlieren, ist die Möglichkeit gegeben, daß die von der Keimpflanze her datirende primäre Hauptaxe bis in das späteste Alter sich fortbildet, und daß das Gleiche auch mit allen Graden der Verzweigung der Fall ist. In der regelmäßigsten und deutlichsten Form zeigen dies die Fichte und Tanne, wo bei ungestört gewachsenen Bäumen der bis in den Wipfel durchgehende Stamm die Hauptaxe ist, und die in scharfem Winkel von ihm horizontal oder schief abgehenden Aeste die Sprosse der ersten Ordnung sind, die sich in dieser Richtung ebenfalls stetig weiterbilden. Bei Laubbäumen mit erhalten bleibender Terminalknospe ist das gleiche Verhältniß zwischen der Hauptaxe und den Zweigen im jüngeren Alter des Baumes ebenfalls sehr deutlich, z. B. an *Aesculus*, *Fraxinus*, *Acer*. Da aber hier leicht ein oder der

§. 79. andere kräftige Zweig die Richtung und Stärke der Hauptaxe annimmt, so wird späterhin das Bild undeutlicher und man kann die Hauptaxe, selbst wenn sie nicht abgebrochen oder verschnitten sein sollte, oft nicht mehr sicher bis in den Wipfel verfolgen. Bei Bäumen, die alljährlich durch Sympodiumbildung die jeweilige Terminalknospe verlieren, wie bei Linden, Ulmen, Weißbuchen, ist selbstverständlich der Baumstamm, selbst wenn er regelmäßig bis hoch in den Wipfel sich verfolgen läßt, doch nicht die Hauptaxe der Pflanze, sondern aus so vielen Sproßstücken successiver Ordnungen zusammengesetzt, als der Baum Jahre zählt.

Die oben angeführte Regel, daß der Baum in jedem Jahre nur um eine einzige Sproßordnung in allen seinen Zweigen zunimmt, erleidet dann eine Störung, wenn der aus den Winterknospen hervorgegangene diesjährige Trieb durch irgend welchen Unfall (Frost, Sommerdürre, Insektenfraß ꝛc.) seine Laubblätter zeitig verliert. Die Achselknospen der letzteren, sowie die etwa vorhandene Terminalknospe kommen dann noch in demselben Sommer, anstatt im nächsten, für den sie eigentlich bestimmt sind, zur Entwickelung, welches Verhältniß man als Prolepsis[1] bezeichnet. An sehr kräftigen Trieben der Holzgewächse kommt auch ohne Veranlassung durch Verwundung als Ausnahmefall eine solche proleptische Entwickelung der Knospen vor.

Ganz abweichend von den übrigen Bäumen hinsichtlich der Sproßfolge verhält sich die Kiefer nebst allen denjenigen Arten, die mit ihr in die Gattung *Pinus* im engeren Sinne gehören (Fig. 156.). Hier tragen die terminalen und achselständigen Sprosse, welche alljährlich sich zur dauernden Beästung an einander setzen, nicht selbst unmittelbar die Nadeln, wie es bei den anderen Coniferen der Fall ist; vielmehr sind sie nur mit niederblattartigen, nicht grünen kleinen Schuppen besetzt, die den Knospenschuppen ähnlich sind, mit denen jeder Sproß an seiner Basis beginnt. Erst in der Achsel dieser Schuppen steht je ein Büschel von Nadeln, je zwei bei der gemeinen Kiefer, je drei bis fünf bei der Arve und Weymouthskiefer. Diese Nadelbüschel sind wirkliche achselständige Zweige, deren Axe

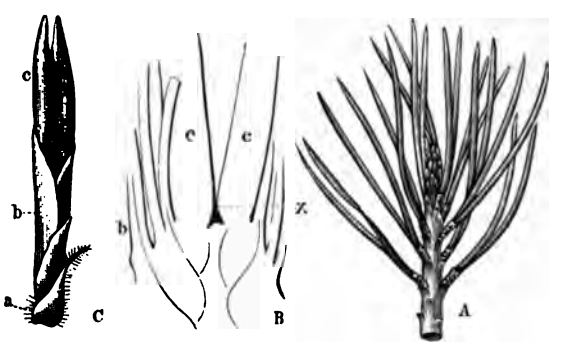


Fig. 156.

Nadelzweiglein der Kiefer.

A Zweigspitze mit der Endknospe und mit Nadelzweiglein, deren jedes zwei Nadeln trägt. Bei C ein Nadelzweiglein im jungen Zustande; a das schuppenförmige Tragblatt des Zweiges, b die scheidenförmigen, häutigen Niederblätter, c die beiden jungen Nadeln. B Dasselbe der Länge nach durchschnitten an der Stelle, wo die Nadeln c c entspringen, zwischen denen bei x der unentwickelt bleibende Vegetationspunkt des Nadelzweigleins, b die Scheiden; etwas mehr vergrößert.

allerdings sehr kurz ist; an ihrer Basis sind sie von grauen, häutigen Niederblättern umscheidet, zwischen denen die langen grünen Nadeln hervortreten. Letztere sitzen auf der Spitze der Axe jenes kleinen Zweigleins; letzteres hat zwischen den Nadeln seinen Vegetationspunkt, der aber in der Regel unterdrückt bleibt, so daß diese Zweiglein sich nicht weiter fortbilden und nach einigen Jahren mit den Nadeln abgeworfen werden. Aber doch kann in gewissen Fällen ausnahmsweise jener Vegetationspunkt in weitere Thätigkeit übergehen und eine wirkliche Knospe bilden,

1) Πρόληψις das Vorausnehmen.

welche dann zwischen den Nadeln hervortritt, zum Beweise, daß wir es hier mit §. 79.
einem Axenorgan zu thun haben. Man nennt daher diese Nadelbüschel Nadelzweiglein. Bei den Kiefern ist also die Nieder- und Laubblattregion auf zwei Sprossgrade vertheilt, die beide in einem Jahre zur Entwickelung kommen, der Laubblattsproß also gewissermaßen proleptisch. Da aber die Nadelzweiglein nicht weiter fortgebildet werden, die fernere Verzweigung also nicht von ihnen ausgeht, so bleibt es auch hier bei dem gewöhnlichen Verhältniß, daß jedes Jahr nur ein Verzweigungsgrad zum Aufbau des Baumes verwendet wird. Es ist dies einestheils der terminale Sproß, der aus der Endknospe jedes Zweiges kommt, anderntheils eine Anzahl Seitenknospen, die sich ganz ähnlich wie bei anderen Nadelbäumen nahe der Terminalknospe zu mehreren annähernd in quirliger Stellung bilden. Es versteht sich von selbst, daß diese aus den Achseln der Niederblattschuppen des Hauptsprosses entspringen, und also an Stelle der sonst dort sich bildenden Nadelzweiglein stehen. Deswegen kann man auch bei der Kiefer ebenso wie es oben von der Fichte und Tanne bemerkt wurde, den jährlichen Zuwachs nach den vorhandenen Astquirlen abzählen.

Die **Baum-** und **Strauchform** der Holzgewächse hängt weniger von der Sproßfolge ab, als von der Förderung des Wachsthums gewisser Axen anderen gegenüber. Denn alle hier erörterten Arten der Sproßfolge finden wir sowohl bei Bäumen wie Sträuchern. Baumwuchs kann nur zustande kommen, wenn eine in der Verticale wachsende Axe kräftigeres und anhaltenderes Wachsthum zeigt, als die seitlichen, und wenn dabei die unteren seitlichen Axen nur eine kurze Entwickelungsdauer haben, dann absterben, also der Stamm von unten an sich von Aesten reinigt. Wie entschieden dieser Höhentrieb bei den Bäumen ist, zeigt sich besonders aus Folgendem. Wenn bei denjenigen Bäumen, die eine vom Keimzustande an sich fortbildende, am kräftigsten und stets vertical wachsende Hauptaxe haben, welche bis in den Wipfel den durchgehenden Baumstamm bildet, während die Seitenäste von ihr in horizontaler Richtung abgehen, wie bei Fichten und Tannen, der Gipfeltrieb verloren geht, so stellt sich ein Seitenzweig vertical und übernimmt den Haupttrieb. Daß auch da, wo keine durchwachsende Hauptaxe vorhanden ist, sondern ein Sympodium gebildet wird aus Sproßstücken, die alljährlich einem höheren Verzweigungsgrade angehören (S. 182), Baumwuchs möglich ist, beweisen die Linden, Ulmen, Weißbuchen. Die Strauchform dagegen kommt zustande, wenn die unteren Seitenäste nicht bloß stehen bleiben, sondern auch eine ebenso starke Entwickelung wie die ursprüngliche Hauptaxe annehmen, so daß sie von dieser nicht mehr unterschieden werden können, und wenn dabei keine Axe die Tendenz zu ungehemmtem Höhentriebe zeigt, vielmehr alle in einer gewissen Höhe in schiefe oder sogar hängende Richtung übergehen, auch ihre Terminalknospen, wenn sie solche haben, endlich durch Bildung eines Blütenstandes oder durch natürliches Fehlschlagen (S. 183) verloren gehen, wodurch dem Fortwachsen der Axe in derselben Richtung eine Grenze gesetzt wird. Trotzdem ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß eine gewöhnlich strauchartig wachsende Pflanze sich langsam verbaumen kann, wenn einer ihrer kräftigsten Aeste von unten an seine Zweige verliert und durch den Zuwachs in dem oberen Theile eine allmähliche Erhebung zustande kommt, wie z. B. oft bei *Sambucus*, bei *Salix capręa* ꝛc., abgesehen von der Möglichkeit durch künstlichen Schnitt, Sträucher hochstämmig zu ziehen. Eine andere Mittelbildung zwischen der Baum- und der Strauchform ist die, wo zwar durch Höhenwachsthum ein verticaler Hauptstamm sich bildet, dieser aber von unten an mit Zweigen besetzt bleibt, wie bei der italienischen Pappel (*Populus dilatata*). An den Bäumen unterscheiden wir daher immer den Baumstamm oder Baumschaft, d. i. der von Aesten reine untere Theil, und die Baumkrone, d. i. der obere verästelte Theil mit allen seinen Zweigen. Die sogenannte Physiognomie des Baumes, d. i. die Form und das Aussehen seiner Krone, die bekanntlich für jeden Baum charakteristisch ist, beruht

1. auf dem Verhältniß der Hauptaxe zu den Aesten, je nachdem entweder der Stamm als ungestört fortwachsende Hauptaxe in verticaler Richtung bis in den Gipfel des Baumes durchgeht und die Aeste, alle schwächer als er, in schiefer oder horizontaler Richtung seitlich sich an ihn ansetzen, wodurch der regelmäßig pyramidale Wuchs der Fichte, Tanne, Lärche zustande kommt, oder mehrere Aeste die gleiche Stärke und mehr oder minder aufrechte Richtung wie die Hauptaxe annehmen, so

§. 79. daß diese sich unterhalb des Gipfels in Aeste auflöst, wie bei den meisten Laubbäumen;

b. auf der Richtung der stärkeren aus dem Stamme entspringenden Hauptäste, je nachdem dieselben in steil verticaler Richtung und dem Stamme dicht anliegend emporwachsen, wodurch z. B. die schlanken, spitzen Kegel der italienischen Pappel gebildet werden, oder in mehr ausgebreiteter Richtung alle nach oben gehen, woraus sich nahezu kugelrunde bis breit pyramidale Baumwipfel ergeben (Esche, Roßkastanie, Buche, Birnbaum, Schwarzpappel), oder aus aufstrebender Richtung allmählich nach auswärts sich neigen, was bei der Linde, wo dies erst in ansehnlicher Höhe geschieht, die schöne garbenförmige Krone, beim Apfelbaum, wo es schon tief unten eintritt, die niedergedrückte und ausgebreitete Krone hervorbringt;

c. auf der Stärke, Länge und Richtung der dünneren Zweige, die die Form des Geästes der Krone bedingen. So gewinnt die Eiche durch ihre kurzen, dicken, in fast rechten Winkeln auseinander entspringenden Zweige die charakteristische sperrige und knickige Form ihrer Verästelung, die sich bis in die stärksten Aeste zurück verfolgen läßt, die Birke, Schwarzpappel, Weide, wegen der langen ruthenförmigen, spitzwinklig aufstrebenden Zweige, ein mehr besenförmiges Geäst, welches bei großer Länge und Dünne der Zweige, wie bei der Trauerweide und manchen Birken, nach allen Seiten in leichten, zarten Formen herniederfällt, endlich die Linde, Ulme, Buche wegen der stets zweizeilig nach rechts und links, in ungefähr horizontaler Richtung stehenden, geraden Verzweigungen das dachförmige Aussehen der einzelnen Kronentheile.

C. Mehraxige Pflanzen mit periodisch wechselnden Sprossen. Wenn die Sprossen einer Pflanze regelmäßig nach einer gewissen Zeit wieder verloren gehen und durch neue ersetzt werden, wie es allgemein bei den perennirenden Kräutern der Fall ist, so wird dadurch selbstverständlich die Sproßfolge in hohem Grade beeinflußt. Es kann hier zu einer Vergrößerung der Pflanze über ein gewisses Maß nicht kommen, weil dieselbe nach jeder solchen Periode wegen des Verlustes der Sprosse ungefähr wieder auf den Zustand vor derselben zurückkehrt. Da die einschlagenden Verhältnisse schon oben bei den Rhizomen, Knollen und Zwiebeln (§. 72—74.) größtentheils behandelt sind, so mag wegen des Näheren auf diese Abschnitte verwiesen und nur im allgemeinen hervorgehoben werden, daß hinsichtlich der Sproßfolge hierbei überhaupt zwei principiell verschiedene Verhältnisse möglich sind. Nennen wir den bleibenden Theil der Axe, von welchem die alljährliche Neubildung der nur einen Sommer dauernden oberirdischen Sprosse ausgeht, die Grundaxe, und die letzteren die Verjüngungssprosse, so ist die Grundaxe entweder eine continuirlich sich fortbildende Hauptaxe, die Verjüngungssprosse stets nur die Zweige erster Ordnung, das Ganze ein Monopodium (dies nur bei wenigen Rhizomen). Oder die Verjüngungssprosse sind die jedesmaligen terminalen Endigungen der Grundaxe, letztere bildet sich als ein Sympodium fort; die Verjüngungssprosse gehören dann jedes Jahr einem höheren Verzweigungsgrade an (der gewöhnlichste Fall bei den meisten Rhizomen, Knollen, Zwiebeln). Im letzteren Fall kommt nun in zweiter Linie in Betracht, ob sympodial verkettete Sproßglieder mehrerer successiven Jahrgänge factisch vorhanden sind (die meisten Rhizome) oder ob das Absterben der älteren Sproßglieder der Neubildung solcher in gleichem Tempo und so unmittelbar nachfolgt, daß jeweils immer nur ein einziger Jahrgang factisch vorhanden ist (viele Zwiebeln und Knollen). Das Extrem dieses Verhältnisses finden wir dort, wo jedes Jahr alles bis auf die Verjüngungsknospe, die für das Nachjahr bestimmt ist, verloren geht, wo also eine Grundaxe sich überhaupt gar nicht mehr bildet. So ist es bei denjenigen Orchideen, wo eine Nebenwurzel knollig anschwillt (§. 97,3) und dadurch zum Behälter der Reservenährstoffe wird. Auf diese Weise wird der Sproß ganz entbehrlich; nur die Wurzelknolle erhält sich sammt der Knospe, die sie an ihrem oberen Ende trägt: letztere ist eine Achselknospe am Grunde des heurigen, durch den Blütenstand abgeschlossenen Sprosses, und sie wächst im nächsten Frühjahre wieder zu einem solchen Sprosse aus, wobei sich dasselbe Verhältniß wiederholt. Für die Sproßfolge kommt auch in Betracht, wie die Niederblatt- und die Laubblattform auf Grundaxe und Verjüngungssprosse vertheilt sind; diese sehr mannichfaltigen Verhältnisse sind in den von den Rhizomen, Knollen und Zwiebeln handelnden Paragraphen eingehend beschrieben worden, weßhalb auf die letzteren verwiesen sein mag.

Es giebt endlich auch ein Verhältniß, welches in der Mitte steht zwischen der Sproßfolge mit periodisch wechselnden Sprossen und der bei den eigentlichen Holzpflanzen gewöhnlichen Verknüpfung bleibender Sprosse. Einige Pflanzen, welche einen oberirdischen, ausdauernden, holzigen, an seiner Basis immer neue Triebe bildenden Stengel besitzen und insofern mit den Sträuchern übereinstimmen, unterscheiden sich dadurch von den letzteren, daß die oberen Theile der Zweige nach Jahresfrist oder erst nach längerer Dauer, sobald an ihnen Fruchtbildung stattgefunden hat, bis gegen die Basis hin absterben und verloren gehen, während am Grunde stehende Seitenknospen zu neuen Sprossen austreiben, die wieder mit Laubblättern bekleidet sind und Blüten und Frucht bringen, so daß die Pflanze sich nie über eine niedere Strauchform erheben kann. Man nennt eine solche Pflanze einen Halbstrauch (suffrütex). Beispiele dafür sind z. B. die Heidelbeersträucher, der gebräuchliche Salbei und viele andere, wo wir nur nahe über dem Boden einen verzweigten, holzigen, mehrjährigen Stamm finden, die laubtragenden und blühenden Stengel sich alljährlich erneuern. Bei den Himbeer- und Brombeersträuchern, die auch zu den Halbsträuchern gehören, haben die periodisch wechselnden Sprosse zweijährige Dauer: die in dem ersten Jahre aufwachsenden sogenannten Schößlinge haben nur Laubblätter, keine Blüten; sie überwintern und tragen erst im zweiten Jahre Frucht, indem ihre Achselknospen zu beblätterten und blütentragenden Zweigen auswachsen; dann sterben diese fruchttragenden Triebe ab, und die in dem gleichen Jahre entstandenen Schößlinge vertreten im nächsten Jahre die Stelle jener.

Die gebräuchlichsten Bezeichnungen der Pflanzen und ihrer oberirdischen Stammformen, rücksichtlich der Dauer, Metamorphose und Sproßfolge.

§. 80. Einige allgemein übliche Bezeichnungen der Pflanzen und ihrer Stengel, welche nöthig werden durch die im Vorhergehenden erörterten Verhältnisse der Metamorphose, der Sproßfolge und der Dauer der Stengelorgane, und die oben schon mehrfach erwähnt worden sind, stellen wir hier der Uebersichtlichkeit wegen zusammen.

1) **Holzstamm** (truncus), der oberirdische, dauernd bleibende, sich verzweigende, verdickende und verholzende Stamm der Holzgewächse (plantae lignosae).
- Der senkrechte Stamm unten astlos, erst oben sich verästelnd ..... **Baum** (arbor), ♄.
- Stamm von unten an verästelt.
  - Die jüngeren Zweige verholzend und bleibend ..... **Strauch, Busch** (frutex), ♄.
  - Die jüngeren Zweige nach ein oder zwei Jahren absterbend; meist weniger als 1 Meter hoch (gebräuchlicher Salbei, Heidelbeerstrauch ꝛc.) ..... **Halbstrauch** (suffrütex).

2) **Stock** oder **Strunk** (caudex), der oberirdische, dauernd bleibende, meist einfache, säulenförmige, mit einer großen Gipfelknospe endigende und rings um diese eine Krone sehr großer Blätter tragende, daher baumähnliche Stamm mancher Monokotyledonen, besonders der Palmen und Drachenbäume, sowie der Cycadeen (auch der Baumfarne).

3) **Krautstengel** (caulis), die oberirdischen, nur eine Vegetationsperiode dauernden Sprosse der Kräuter (herbae) im weitesten Sinne.
- Nach der Dauer.
  - Schon im ersten Jahre blühend, aber dann mit der Wurzel absterbend (**Sommergewächse**) ..... **einjährig** (annüus), ☉.
  - Erst im zweiten Jahre blühend und dann absterbend (**Wintergewächse**) ..... **zweijährig** (biënnis), ♂ oder ☉.
  - Aus den dauernden unterirdischen Organen (Wurzel, Knolle, Zwiebel, Wurzelstock) viele Jahre nach einander alljährlich wieder blühende Stengel treibend . **ausdauernd** (perënnis) oder **Staude** 2.
- Nach der Form.
  - Nur am Grunde mit Laubblättern (sogenannten grundständigen oder Wurzelblättern) besetzte, sonst entweder ganz blattlose, also nur ein einziges langes Internodium bildende oder höchstens mit Deckblättern versehene, an der Spitze blütentragende Stengel ..... **Schaft** (scapus).
  - Langgestreckt, fadenförmig, schlaff auf der Erde hinwachsend, in gewisser Entfernung Wurzel schlagend und eine neue Pflanze bildend ..... **Ausläufer** (flagéllum).
  - Mit scheidig umfassenden linealischen Blättern besetzt, meist knotig und einfach, wie bei den Gräsern ..... **Halm** (culmus).
  - Von der gewöhnlichen, den vorher genannten nicht gleichenden Beschaffenheit .... **Stengel** schlechthin.

Literatur über Morphologie des Stengels: Irmiſch, Knollen- und Zwiebelgewächſe. Berlin, 1850. — Derſelbe, Biologie und Morphologie der Orchideen. Leipzig 1853, und Bot. Zeitung 1855. — A. Braun, Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851. — Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Phyſiologie der Gewächſe. II. Berlin 1859. — Derſelbe, Der Baum. Berlin 1853. — Derſelbe, Beiträge zur Anatomie und Phyſiologie. Berlin 1851. — Hofmeiſter, Allgemeine Morphologie. Leipzig 1868.

B. Das Blatt (folium, S. 150.).

§. 81. Unter Blättern verſtehen wir diejenigen Seitenorgane des Stengels, welche unmittelbar am Vegetationspunkte deſſelben (§. 66.) entſtehen, eine beſtimmte regelmäßige Stellung an der Seite der Stengel einnehmen und von Stengelorganen (Zweigen des Stengels) ſich durch ihr meiſt beſchränktes Wachsthum und daher auch durch beſtimmt abgegrenzte Form unterſcheiden. Dagegen ſtimmen ſie mit den Stengelorganen durch die in der Hauptſache gleichen Gewebe überein, indem ſie beſtehen aus Grundparenchym, welches mit dem des Stammes zuſammenhängt, und aus Gefäßbündeln, welche von dem Stamme aus in ſie eintreten, ſowie mit Epidermis, der Fortſetzung derjenigen des Stammes, überzogen ſind. Durch alle dieſe Merkmale ſind ſie zugleich von den meiſten Haaren oder Trichomen im weiteſten Sinne (§. 98.) unterſchieden

In dem Maße als die Stengelſpitze durch ihren Vegetationspunkt in die Länge wächſt, entſtehen an dem letzteren immer neue Anlagen von Blättern, alſo in der Richtung von unten nach oben; unterhalb eines ſchon vorhandenen Blattes kann in der Regel keines weiter entſtehen. Daher ſind die Blätter um ſo jünger, je näher ſie dem Vegetationspunkte des Stengels ſtehen, und um den letzteren finden wir die jüngſten Blätter, und zwar gewöhnlich dicht übereinander liegend, weil die Stengelinternodien, an denen dieſelben inſerirt ſind, noch nicht geſtreckt ſind. Man nennt dieſe Partie des Stengels, ſoweit ſie noch aus verkürzten Internodien und aufeinander liegenden jungen Blättern beſteht, die Knospe im weiteſten Sinne (§. 66.).

§. 82. I. Bezüglich der Anordnung der Blätter am Stengel oder der **Blattſtellung** (*Phyllotäxis*), welche im allgemeinen bei jeder Pflanzenart eine beſtimmte iſt, und bezüglich der Bezeichnungen derſelben iſt auf die §§. 17—21 zu verweiſen.

Außerdem ſind noch hinſichtlich des **Standes und der Lage** der Blätter mehrere Verhältniſſe zu unterſcheiden, welche nicht mit der Blattſtellung zuſammenhängen.

A. **In Bezug auf ihre Lage zu einander,** welche durch die Länge oder Kürze der Internodien (☞ §. 66.) bedingt wird, heißen die Blätter:

1) Entfernt (folia remōta), wenn zwiſchen ihnen geſtreckte Internodien ſich befinden; z. B. an den Schößlingen der Brombeeren, und den meiſten Kräuterſtengeln mehr oder weniger.

2) Genähert (f. approximāta), wenn die zwiſchen ihnen befindlichen Internodien nur ſehr geringe Länge erreichen, z. B. an den Spitzen der Eichenzweige.

3) Büſchelig (f. fasciculāta), wenn die Internodien gar nicht entwickelt (verkürzt) ſind, die Blätter dicht bei einander ſtehen, wie bei der Lärche, wo die meiſten Seitenknospen der langen Triebe mehrere Jahre lang lauter verkürzte Internodien bilden und daher einen Büſchel von Nadeln tragen; nur einzelne Knospen treiben die geſtreckten Zweige, an denen die Nadeln entfernt ſtehen, ſo daß man hier Kurz- und Langtriebe unterſcheidet. — Stehen ſolche büſchelige Blätter am Grunde eines Stengels, der dann mit geſtreckten Internodien und entfernten Blättern weiter wächſt, ſo nennt man die Geſammtheit jener Blätter wohl auch eine Roſette, beſonders die Wurzelblattroſette [ſ. unten D. 1)].

B. **In Bezug auf ihre Lage zur Axe:** 1) Abſtehend (f. patentia), wenn ſie im ausgebildeten Zuſtande mit der Axe einen einem Rechten ſich nähernden Winkel bilden, wie bei den meiſten Holzpflanzen und vielen Kräutern.

2) Anliegend oder Angedrückt (f. appressa), wenn ſie in ähnlicher Weiſe, wie in der Knospe, nach oben einen ſehr ſpitzen Winkel mit dem Stengel bildend dieſem mehr oder weniger anliegen, z. B. bei der Cypreſſe, manchen Arten von *Junipĕrus* ꝛc. Sind dabei die Internodien verkürzt, ſo können die dicht auf-

einander folgenden Blätter wie die Ziegel eines Daches übereinander liegen und heißen dann dachziegelig (f. imbricata), wie die Hüllblätter der Köpfchen der Compositen, die Schuppen der Coniferen-Zapfen ꝛc.

3) Zurückgekrümmt (f. reflexa), wenn sie gegen die Basis des Stengels gebogen sind, wie die älteren Blätter der Dracänen, vieler Aloë-Arten und anderer Succulenten.

C. **In Bezug auf ihre Lage zum Horizonte oder zum vertical gedachten Stengel:** 1) Horizontal (f. horizontalia), wenn die Ebene der Blattfläche (§. 83.) mehr oder weniger dem Horizonte parallel liegt, also bei senkrecht gewachsenen Stengeln von diesen geschnitten wird, wie bei den meisten Blättern.

2) Senkrecht oder vertical (f. verticalia), wenn die Blattfläche mit ihrer Ebene senkrecht, also parallel dem vertical gedachten Stengel liegt und ihre Ränder nach oben und unten kehrt. Dies beruht entweder auf der ursprünglichen Form des Blattes, wie z. B. bei *Iris*, *Calămus*, bei Arten von *Acacia*, wo die Blattfläche statt wie gewöhnlich in querer Richtung, in verticaler an die Blattscheide oder unmittelbar an den Stengel sich ansetzt. Oder das Blatt kann, wenn es in der gewöhnlichen Weise quer am Stengel steht, durch eine Viertelkreisdrehung seines Stieles oder seines unteren Theiles mit seiner Fläche sich vertical stellen, wie bei neuholländischen *Eucalўptus*-Arten, bei *Callistĕmon*, bei *Lactūca scariōla* ꝛc.

3) Zweizeilig gewendet (f. distĭcha), wenn an horizontal gerichteten Zweigen die Blätter zwar ringsum an allen Seiten des Zweiges inserirt sind, sich aber alle durch eine entsprechende Drehung ihres Stieles so wenden, daß sie zwei rechts und links liegende Zeilen bilden, wobei sie alle mit ihrer morphologischen Oberseite nach oben, mit der Unterseite nach unten gekehrt sind, wie bei der Tanne (Fig. 173.) und Eibe.

4) Umgewendet (f. resupināta), wenn durch eine Drehung des Blattstieles oder Blattgrundes die ursprünglich obere Blattseite dem Boden zugekehrt wird, in welchem Falle dann auch der anatomische Bau der beiden Blattseiten der umgekehrte zu sein pflegt (S. 125.), wie bei *Allium ursīnum* und bei manchen Gräsern, z. B. *Brachypodium*.

D. **In Bezug auf ihren Stand an den verschiedenen Stellen des Stengels:** 1) Grundständige oder bodenständige Blätter oder (ungenau) Wurzelblätter (f. radicalia), wenn sie an der Basis des Stengels (Fig. 148.) unmittelbar über dem Boden stehen oder von einem Rhizom oder einer Zwiebel aus dem Boden selbst hervorkommen (Fig. 122, 123, 131.).

2) Stengelständige Blätter oder Stengelblätter (f. caulina), wenn sie an dem über dem Boden befindlichen Theile des Stengels stehen.

Die weitergehende Unterscheidung der Blätter nach ihrem Stande an den verschiedenen Regionen des Stengels, wobei aber auch ihre Ausbildungsweise in Betracht kommt, s. in § 93.

II. **Theile des Blattes.** Nur bei den vollkommenen Blattformen finden wir alle Theile vertreten, die an den Blättern unterschieden werden können, nämlich

1) Die **Blattfläche,** Blattscheibe, Spreite (lamina[1]), den Hauptheil des Blattes, den ausgebreiteten Theil desselben, an welchem wir wieder die obere und untere Fläche und die Berippung (§. 22.) unterscheiden.

2) Den **Blattstiel** (petiōlus), der untere stielartig verdünnte Theil des Blattes, welcher die Blattfläche trägt,

Fig. 157.

Theile eines vollständigen Blattes von *Ranuncŭlus flammŭla*. f Blattfläche, p Blattstiel, v Scheide. c c das Stengelstück, an welchem das Blatt inserirt ist.

§. 83.

1) Dünne Platte, Blatt.

§. 83. von verschiedener Länge und entweder stielrund, flach, rinnig oder zusammenge
und bei der Pomeranze geflügelt (Fig. 158.) ist. Der Blattstiel ist indeß kein
wendiger Theil des Blattes; denn er fehlt vielen Blättern, die dann f
Blätter heißen. Bei nicht entwickelter Blattscheibe breitet sich der Blattsti
weilen flächenartig aus und bildet das sogenannte **Blattstielblatt** (phyllod
Fig. 159.).

3) Die **Blattscheide** (vagina), der etwas verbreiterte unterste Theil des
stiels oder der Blattfläche, welcher den Stengel mehr oder weniger röhrenf

Fig. 159.
Schwarzholz-Akazie (*Acacia melanoxylon* R. Br.).
a Doppeltgefiedertes Blatt;
b Blattartiger, eine doppeltgefiederte Blattfläche tragender Blattstiel;
c Zwei blattartige Blattstiele ohne Blattflächen (Blattstielblatt).

Fig. 158.
Blatt der Pomeranze mit geflügeltem Blattstiele.

Fig. 161.
Bauchige Blattscheide von *Angelica*.

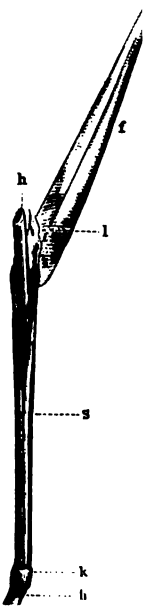


Fig. 160.
Blatt eines Grase
h h der Halm; k
Knoten, wo das Blat
letzterem inserirt ist;
Blattscheide; f
Blattfläche; l
Blatthäutchen.

1) Φύλλον Blatt und εἶδος Gestalt.

umgiebt. Sie fehlt vielen Blättern oder ist oft nur schwach angedeutet als eine Verbreiterung des Stiels oder der Spreite am Grunde. Bei Gräsern ist die Blattscheide meist vorn gespalten und die Ränder über einander gerollt (Fig. 160.), bei Riedgräsern ungespalten oder ganz; manche Doldenpflanzen haben am Grunde des Blattstiels eine bauchige Blattscheide (Fig. 161.). Bei vielen Niederblättern (§. 93.) ist die Scheide der allein vorhandene Theil des Blattes. §. 83.

4) Die **Nebenblätter** oder **Afterblätter** (stipülae[1]), am Blattgrunde meist zu zwei, an den Seiten stehende, blattartige Anhänge, welche meist viel kleiner als das eigentliche Blatt, übrigens von sehr verschiedener Beschaffenheit sind, wonach man folgende Formen zu unterscheiden hat:

a. Freie Nebenblätter (stipülae liberae), wenn sie rechts und links neben dem Blattstiele stehen und weder mit diesem noch unter sich verwachsen sind. Sie stellen dann entweder nichtgrüne, häutige Organe dar, welche frühzeitig, nämlich schon beim Ausschlagen der Knospen, abfallen und dann Ausschlagsschuppen (ramenta) genannt werden, wie bei Eichen, Buchen, Linden ꝛc. Oder sie sind stehenbleibend und von grüner Beschaffenheit wie die Blattfläche, oft sogar einer Blattfläche ähnlich gerippt und gesägt, gekerbt, zerschlitzt oder sogar fiederspaltig, wie bei *Viola tricolor*, und oft von ansehnlicher Größe, wie bei Erbsen (Fig. 162.), bei fehlender (nur als Ranke ausgebildeter) Blattfläche allein die blattartigen Theile der Pflanze bildend, wie bei *Lathyrus aphaca* (Fig. 219.). Die Form dieser Nebenblätter ist mehr oder weniger asymmetrisch (§. 8.), weil sie eigentlich nur Theile der einen Hälfte des Blattes sind, weßhalb die beiden Nebenblätter eines und desselben Blattes zu einander meist einfach symmetrisch sind.

Fig. 163.
Zweig einer Hundsrose. Das Blatt mit angewachsenen Nebenblättern.

Fig. 162.
Stengelstück einer Erbse mit einem gefiederten (aus zwei Paar Blättchen bestehenden) und mit Ranke endigenden Blatte mit zwei großen blattförmigen freien Nebenblättern.

b. Angewachsene Nebenblätter (stipülae adnatae), wenn jedes an dem einen Rande mit dem Blattstiele verwachsen ist, wie bei den Rosen (Fig. 163.), wo es als Flügel des Stieles erscheint, ferner beim Klee und vielen anderen Pflanzen, wo die Nebenblätter mit zur Bildung des scheidigen Blattgrundes beitragen können und ihre freie Spitze dann am oberen Ende der Scheide steht.

1) Stipula, eigentlich Halm, Stroh, weil die Nebenblätter oft strohige trockene Beschaffenheit haben.

§. 83. c. Verwachsene Nebenblätter (stipŭlae connātae), wenn sie selbst mit den einander zugekehrten Rändern vereinigt sind. Hier ergeben sich verschiedene Verhältnisse, und zwar zunächst bei wechselständigen Blättern, wo nur die Nebenblätter eines Blattes verwachsen können, folgende:

Wenn die beiden Nebenblätter mit ihren dem Blatte zugekehrten Rändern verwachsen, dabei aber nicht mit diesem selbst zusammenhängen, so treten sie in die Achsel des Blattes zwischen dieses und den Stengel, und heißen dann achselständig (stipŭlae axillares oder interpetiolāres[1]), wie bei *Potamogēton* (Fig. 164). Verwachsen sie auch zugleich an den anderen Rändern, so stellt das achselständige Nebenblatt ein dütenförmiges, stengelumfassendes Gebilde dar, wie bei *Ficus elastica*, wo dasselbe nur am obersten Blatte zu sehen ist, die ganze Endknospe umhüllt und abgeworfen wird, sobald letztere ihr nächstes Blatt entfaltet.

Dieselben beiden Verhältnisse sind auch möglich da, wo das Nebenblatt zugleich an das Blatt angewachsen, d. h. am oberen Ende der Scheide desselben inserirt ist, und zwar hat der erste der beiden Fälle sein Analogon in dem Blatthäutchen oder Blattzüngelchen (ligŭla) der Blätter der Gramineen (Fig. 160.), wo es meist ein kurzes, farbloses häutiges Organ darstellt, während das Analogon des zweiten Falles die sogen. Tute oder der Blattstiefel (ochrĕa[2]) Fig. 165.) bei den Polygonaceen ist, d. i. ein scheidenförmiges Organ, gleichsam die Fortsetzung der eigentlichen Blattscheide über die Ansetzstelle des Blattstieles.

Fig. 164.
Achselständige Nebenblätter von *Potamogēton natans*.
Ein Stengel mit einer blühenden Aehre; b die gestielten Blätter, s die großen, häutigen, in der Achsel jedes Blattes stehenden verwachsenen Nebenblätter.

Fig. 165.
Blattstiefel eines Knöterig (*Polygŏnum*).
f das (abgeschnittene) Blatt, s die Blattscheide, o der scheidenförmige Blattstiefel; cc der Stengel, an welchem das Blatt mit seiner Scheide inserirt ist; ca der achselständige Zweig, gleich dem Stengel abgeschnitten.

Wenn gegenständige Blätter Nebenblätter haben, so sind diese meistens verwachsen, und zwar so, daß je die beiden einander zugekehrten, zu zwei verschiedenen Blättern gehörigen Nebenblätter zu einem Blattorgane verwachsen. Es werden so aus den vier Nebenblätter anscheinend zwei, welche gegenständig und mit den beiden Hauptblättern gekreuzt stehen. So beim Hopfen, wo diese beiden Nebenblätter häufig an ihren gespaltenen Spitzen noch die beiden Theile, aus denen sie eigentlich bestehen, verrathen. In verschiedener Form tritt dieses Verhältniß bei den Rubiaceen auf, welche gegenständige Blätter mit Nebenblättern haben. Bei den in den wärmeren Zonen vorkommenden Bäumen dieser Familie (z. B. auch beim Kaffeebaum) sind die verwachsenen beiden Nebenblätter so wie beim Hopfen unansehnliche kleine Schuppen, die mit den beiden Hauptblättern nicht die geringste Aehnlichkeit haben. Aber in den Gattungen *Galium*, *Asperŭla*, *Rubĭa*, *Sherardĭa* ꝛc. nehmen sie

1) Zusammengesetzt aus inter zwischen und petiŏlus Blattstiel. 2) eigentlich ocrĕa Beinschiene, Beinharnisch.

annähernd oder vollständig die Form und Größe der Hauptblätter an, und bilden §. 83.
daher mit diesen zusammen einen Quirl. Dies ist aber kein echter Quirl (§. 18), weil bei einem solchen alle Glieder einander gleichwerthig sind. Man kann hier die beiden gegenständigen Hauptblätter, selbst wenn ihnen die Nebenblätter ganz gleichgestaltet sind, noch daran herausfinden, daß nur aus ihrer Achsel die beiden gegenständigen Zweige entspringen, weil Nebenblätter niemals eine Knospe in ihrer Achsel erzeugen können (Fig. 166, B, C, D). Auch wird man dann finden, daß die Hauptblätter oft, wenn auch nur um ein sehr Geringes, an Größe die Nebenblätter übertreffen, und an den oberen Theilen des Stengels, besonders nach dem Blütenstande zu, werden die Nebenblätter gewöhnlich kleiner und verschwinden, so daß dort nur die zwei gegenständigen Blätter übrig bleiben. Der Scheinquirl besteht oft aus vier Blättern, nämlich den zwei Hauptblättern und den zwei mit ihnen gekreuzt stehenden paarweis verwachsenen Nebenblättern; bei *Asperula cynanchica* sind die letzteren meist auffallend kleiner als jene, bei *Rubia tinctorum* (Fig. 166, B) nur unbedeutend, bei *Galium cruciatum*, *palustre*, *boreale* ꝛc. ihnen vollständig gleich. Bei anderen Arten, wie *Galium mollugo*, *verum*, ꝛc. verwachsen die Nebenblätter nicht mit einander, nehmen aber ebenfalls die Form ihrer Haupt-

Fig. 166.

Nebenblattbildungen der Rubiaceen.

A Kaffeebaum. Die beiden Blätter f f blattartig, die zwischen ihnen stehenden vier Nebenblätter, paarweise verwachsen zu zwei gegenständigen kleinen dreieckigen Organen.

B *Rubia tinctorum*. f f die beiden blattartigen Hauptblätter, s s die ebenfalls blattartigen, aber kleinen Nebenblätter, deren jedes eigentlich aus zwei verwachsenen Nebenblättern besteht. Aus die beiden Hauptblätter haben achselständige Zweige a a.

C *Galium mollugo*, ein scheinbarer, aus sechs fast gleichen Blättern bestehender Quirl, von denen f und f_1 die beiden gegenständigen Hauptblätter sind, da sie allein Achselzweige a a hervorbringen. Die Nebenblätter nicht mit einander verwachsen; daher hat jedes Hauptblatt neben sich seine beiden freien Nebenblätter s s und s_1, s_1.

D *Galium mollugo*, ein Quirl, welcher aus mehr als sechs Blättern besteht. Das Verhältniß ist dasselbe, wie im vorigen Falle, aber die Zahl der Nebenblattbildungen ist noch vermehrt, um das Blatt s_2.

blätter an; dann besteht der Scheinquirl aus sechs Blättern, da auf jedes Hauptblatt je zwei Nebenblätter kommen (Fig. 166, C). Endlich kann sich die Zahl der Nebenblätter noch vermehren, wenn sie sehr schmal sind und der Umfang des Knotens so groß ist, daß für noch mehrere Raum vorhanden ist (Fig. 166, D).

§. 84. III. Nach der **Anheftung** unterscheiden wir die Blätter als: **1. sitzend** (folium sessile), ohne Blattstiel, wie in Fig. 167, 170. u. 171.; **2. gestielt** (f. petiolatum, Fig. 157, 164, 181 ꝛc.), mit einem Blattstiele, welcher bei den allermeisten Blättern in die Basis der Blattfläche übergeht und mit den Rändern derselben zusammenhängt; wogegen das Blatt **3. schildförmig** (f. peltatum) heißt, wenn der Stiel in der Mitte oder fast in der Mitte der Blattfläche steht, also nicht mit den Rändern zusammenhängt, wie bei Fig. 168.; **4. herablaufend** (f. decurrens), sich am Stengel noch fortsetzend, wie in Fig. 169.; **5. stengelumfassend** oder **umfassend** (f. amplexicaule), den Stengel ganz oder fast ganz umfassend, wie beim stengelumfassenden Bienensauge (*Lamium amplexicaule*) und Fig. 167.), was auch bei allen Blattscheiden (§. 83.) der Fall ist; **6. durchwachsen** (f. perfoliatum), mit der sitzenden, blattförmigen Basis rundum dem Stengel angewachsen, wie bei Fig. 170; **7. verwachsen** (f. connatum), wenn zwei gegenständige Blätter mit ihrer Basis zu einem Blatte zusammengewachsen sind, wie bei Fig. 171.

Fig. 167.
Sitzendes und **stengelumfassendes Blatt** (folium amplexicaule) vom Schlafmohne.

Fig. 171.
Verwachsenes Blatt (folium connatum) vom Geisblatte.

Fig. 168.
Schildförmiges Blatt (folium peltatum) der Kapuzinerkresse. Aus einer rundlichen, ausgeschweiften Blattfläche und dem darunter stehenden Blattstiele bestehend.

Fig. 170.
Durchwachsenes Blatt (folium perfoliatum) vom rundblättrigen Hasenohre.

Fig. 169.
Gemeine Eselsdistel (*Onopordon acanthium*).
A Blühender Ast. Von den **herablaufenden**, buchtig-dornig gezähnten Blättern breit geflügelt.
B Ein Stückchen des Fruchtbodens.

§. 85. IV. Der **äußere Umfang** des Blattes zeigt folgende Formen, die sich sowohl auf die einfache Blattfläche, als auch auf die Theile des zusammengesetzten Blattes (§. 89.) beziehen: **1. borstenförmig** oder **borstlich** (folium setaceum), faden-

förmig, steif, einer Schweinsborste ziemlich ähnlich (die Blätter mancher Gräser und Halbgräser; **2. pfriemenförmig** oder **pfriemlich** (f. subulatum), wie beim gemeinen Wachholder, bei *Scleránthus annuus;* **3. linienförmig, linealisch, lineal, gleichbreit** (f. lineare), bei Nelken und Gräsern, wie in Fig. 160.; **4. nadelförmig** (f. acerósum), im allgemeinen schmal und lang, aber steif, also nur eine besondere Art der vorhergenannten Formen, wie bei Nadelhölzern §. 85.

Fig. 172.

Nadelförmige Blätter der Kiefer. A Zweigspitze mit der Endknospe und mit Nadelzweiglein (☞ S. 184), deren jedes zwei Nadeln trägt. Bei C ein Nadelzweiglein im jungen Zustande. a das schuppenförmige Tragblatt des Zweiges, b die scheidenförmigen, häutigen Niederblätter, c die beiden jungen Nadeln. B Dasselbe der Länge nach durchschnitten an der Stelle, wo die Nadeln c c entspringen, zwischen denen bei x der unentwickelt bleibende Vegetationspunkt des Nadelzweigleins. b die Scheiden; etwas mehr vergrößert.

bei denen solche Blätter auch **Nadeln** genannt werden. Dieselben haben bald eine mehr pfriemenförmige Gestalt, wie beim Wachholder, bei der Fichte und Kiefer (Fig. 172.), bald eine mehr blattförmige, und zwar linealische Gestalt, wie bei der Tanne (Fig. 173.) und Eibe; **5. keilförmig, keilig** (f. cuneátum), 2 bis 4 mal so lang als breit und von der abgestutzten Spitze an sich allmählich bis zur Basis verlaufend; **6. spatelig** oder **spatelförmig** (f. spatulátum, Fig. 174.), wie vorher, aber mit abgerundeter Spitze; **7. lanzettlich** (f. lanceolátum, Fig. 175.); **8. länglich** (f. oblóngum, Fig. 176.); **9. eiförmig** oder **eirund** (f. ovátum, Fig. 177.); **10. elliptisch** oder **oval** (f. ellípticum, Fig. 11, a und die Blättchen Fig. 196.); **11. länglich-eirund** (f. oblongo-ovátum), mehr eirund als länglich; **12. verkehrt-eirund** (f. obovátum), d. h. eirund (Fig. 177.), aber der Stiel des Blattes an dem spitzern Blattende; **13. rund, kreisrund** (f. orbiculátum), alle Durchmesser der Blattfläche ziemlich gleich; **14. rundlich** (f. subrotúndum), dem Kreisrunden nahe kommend (Fig. 168.); **15. rautenförmig** (f. rhombéum, Fig. 178.); **16. dreieckig** oder **deltaförmig** (f. deltoïdéum, Fig. 179.); **17. schwertförmig** (f. ensiförme), wenn die Blattfläche vertical (§. 82, C, 2.) steht und dabei langgestreckt ist, wie bei *Iris*. Ferner unter gleichzeitiger

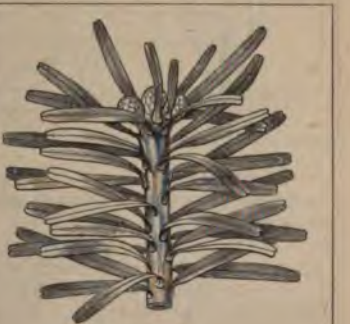


Fig. 173.

Zweizeilige (S. 189) **nadelförmige** Blätter an einer Zweigspitze der Weißtanne.

§. 85. Berücksichtigung des Grundes (☞ Fig. 13, h—o) **18. nierenförmig** (folium reniforme, Fig. 180.); **19. herzförmig** (f. cordatum, Fig. 181.); **20. pfeilförmig** (f. sagittatum, Fig. 182.); **21. spießförmig** (f. hastatum, Fig. 183.). Außerdem ist die **Spitze** des Blattes nach ihrer Form zu unterscheiden ☞ Fig. 13, a—g.

Einfache Blattformen.

Fig. 180. Nierenförmig (von *Asarum europaeum*).

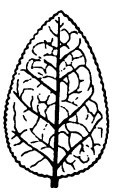


Fig. 177. Eirund (von *Vaccinium myrtillus*).

Fig. 176. Länglich.

Fig. 175. Lanzettlich.

Fig. 174. Spatelig (von *Bellis perennis*).

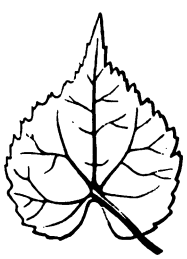


Fig. 181. Herzförmig (von *Tilia*).

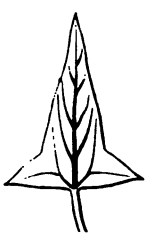


Fig. 183. Spießförmig (von *Atriplex latifolia*).

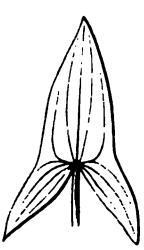


Fig. 182. Pfeilförmig (von *Sagittaria sagittaefolia*).

Fig. 178. Rautenförmig (von *Trapa natans*).

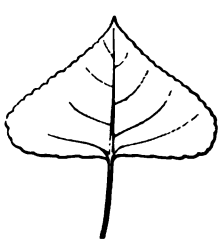


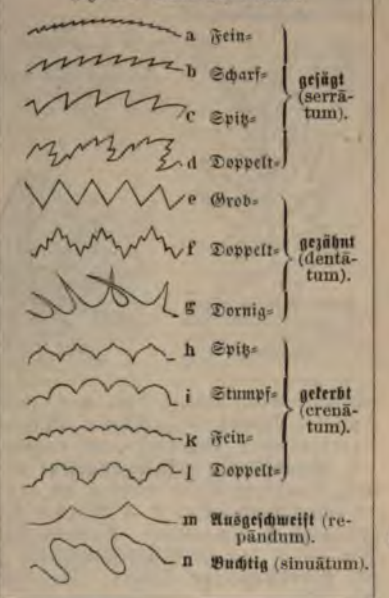
Fig. 179. Deltaförmig (von *Populus dilatata*).

V. Der **Rand.** In dieser Hinsicht heißt das Blatt: §. 86.

- Ohne kleine Einschnitte (folium integerrimum, Fig. 175; 176; 180.) .... **Ganzrandig.**
- Mit kleinen Einschnitten.
  - Ein- und Ausschnitte gleichartig und zwar
    - spitz.
      - Seiten des Ausschnittes ungleich lang (f. serrātum, Fig. 184, a—d) ..... **Gesägt** oder **sägig** od. **sägezähnig.**
      - Seiten der Ausschnitte immer gleichlang (f. dentātum, Fig. 184, e—g) ..... **Gezähnt.**
    - abgerundet (f. sinuātum, Fig. 184, n) ..... **Buchtig.**
  - Ein- und Ausschnitte verschiedenartig.
    - Einschnitte spitz, Ausschnitte abgerundet (f. crenātum, Fig. 184, h—l) ..... **Gekerbt.**
    - E. abgerundet und Ausschnitte spitz (f. repāndum, Fig. 184, m) ..... **Ausgeschweift.**

VI. Die **Fläche** des vollständig ausgebildeten Blattes zeigt folgende verschiedene Beschaffenheit, wonach die Lamina heißt: **1. eben** (folium plānum), wenn sie mit allen Theilen in einer Ebene liegt; **2. wellig** oder **wellenförmig** (f. undulātum), mit regelmäßig abwechselnden Hebungen und Senkungen der Blattfläche oder auch am Rande (krauses Laichkraut); **3. kraus** (f. crispum), wie vorher, aber Hebungen und Senkungen unregelmäßig und am Rande unordentlich neben- und übereinander liegend (krause Minze, brauner Kohl); **4. runzelig** (f. rugōsum), wenn die Hebungen auf sehr kleinen Räumen, zwischen den feinen Adermaschen (S. 113) sich bilden, wie bei der gemeinen Salbei und vielen andern Labiaten: **5. gefaltet** (f. plicātum), in spitzen Winkeln auf- und niedersteigend, wie bei der Hainbuche und beim Sinau (Fig. 188.); **6. zurückgerollt** (f. revolūtum), an beiden Rändern nach unten umgerollt, wie beim Rosmarin. §. 87.

Fig. 184. **Rand der Blätter.**



VII. Die **Theilung der Blattfläche.** Eine Blattfläche, die gar nicht getheilt, höchstens am Rande gesägt, gezähnt ꝛc. ist, heißt **ganz** oder **ungetheilt** (folium integrum). Für die getheilten Blattflächen gelten zur Bezeichnung des Grades der Theilung die schon §. 11. durch Fig. 12. erläuterten Ausdrücke. §. 88.

Liegen die Einschnitte beiderseits längs der Mittellinie einander ungefähr parallel, so heißt die Theilung **fiederförmig,** laufen sie ähnlich wie die Finger einer Hand gegen den Blattgrund hin zusammen, so wird die Theilung **handförmig** genannt. Darnach unterscheidet man **fiederspaltig** (Fig. 185.), **fiedertheilig, fiederschnittig,** und wenn der Endlappen bedeutend größer ist, **leierförmig-fiederspaltig** (Fig. 186.). Ebenso wird unterschieden handförmig gespalten, getheilt und zerschnitten; auch pflegt man hierbei die Anzahl der Einschnitte auszudrücken. So hat das Leberblümchen **dreispaltige** oder **dreilappige,** der Weinstock, so wie der Feigenbaum **fünflappige** Blätter (Fig. 187.), der gemeine Sinau **7—9 lappige** (Fig. 188.), der Wiesen-Storchschnabel **siebentheilige** (Fig. 189.) Blätter.

VIII. Die **Zusammensetzung des Blattes.** Wenn die Blattfläche kein zusammenhängendes Ganze bildet, sondern aus mehreren völlig getrennten Theilen besteht, so wird das Blatt **zusammengesetzt** (folium compositum) genannt im Gegensatz zum **einfachen** Blatt (f. simplex). Beim zusammengesetzten Blatte erscheinen daher die einzelnen Theile wie besondere kleine Blätter und werden darum Theilblätter oder Blättchen (foliŏla) genannt, haben auch bisweilen einen §. 89.

§. 89.

Fig. 187.
Fünflappiges Blatt (folium quinque-lobātum) des Feigenbaums.

Fig. 185.
Fiederspaltiges Blatt (f. pinnatifidum) vom Elsebeerbaum (*Sorbus torminālis*).

Fig. 188.
Neunlappiges Wurzelblatt des gemeinen Sinau (*Alchemilla vulgāris*).

Fig. 189.
Siebentheiliges Blatt (f. septempartitum) des Wiesen-Storchschnabels.

Fig. 186.
Leierig-fiederschnittiges Wurzelblatt (f. lyrātopinnatisectum) vom steifen Barbarakraut.

besonderen Stiel, welcher Stielchen (petiolūlus) heißt, und sind dem allgemeinen Stiel des Blattes, bei gefiederten Blättern der Fortsetzung desselben, die man hier Blattspindel (rhachis) nennt, eingelenkt. Man unterscheidet:

1. **Handförmig zusammengesetzt** oder **zwei- bis neunzählig** (folium binatum, ternātum ꝛc.), je nachdem an der Spitze des allgemeinen Blattstiels, also um einen Punkt herum 2—9 Blättchen stehen. Ein mehr als 3zähliges Blatt heißt **gefingert** (f. digitatum). Kleearten haben **dreizählige** oder **gedreiete** Blätter (Fig. 190.); das Frühlings-Fingerkraut hat **fünf- bis siebenzählige** oder **fünf- bis siebenfingerige** Blätter, die Roßkastanie hat **siebenfingerige** Blätter (Fig. 191.).

2. **Fußförmig** (f. pedatum), wenn die Blättchen nicht von einem Punkte, sondern nebeneinander (ähnlich wie Zehen am Fuße) entspringen, wie bei der schwarzen Nieswurz (Fig. 192.).

3. **Gefiedert** (f. pinnatum) heißt ein Blatt, wenn der verlängerte Blattstiel (Spindel) an seinen beiden gegenüberstehenden Seiten mit freien Blättchen in einer Ebene besetzt ist. Wir unterscheiden wieder: a. **unpaarig-gefiedert** (f. impāri-pinnātum), mit einem einzelnen Blättchen an der Spitze, wie bei der Kartoffel (Fig. 193.) und *Robinia pseudacacia* (Fig. 194.); b. **paarig-gefiedert** (f. pari-pinnatum), ohne einzelnes Fiederblättchen an der Spitze (Fig. 195.); c. **gegenüberstehend-gefiedert** (f. oppōsite-pinnātum), wenn die Fiederblättchen einander gerade gegenüber stehen (Fig. 195.), so daß je zwei ein Paar oder Joch (jugum) bilden; d. **abwechselnd-gefiedert** (f. alternatim-pinnatum), wenn die Fiederblättchen kein Joch bilden (Fig. 196.); e. **unterbrochen-gefiedert** (f. interrūpte-pinnatum), wenn große und kleine Blättchen abwechseln (Fig. 193.); f. **einpaarig-gefiedert** bis **vielpaarig-gefiedert** (f. unijūgum, multijūgum), je nach der Anzahl der Joche (Fig. 197. ist ein einpaarig-gefiedertes, Fig. 195. ist ein dreipaarig-gefiedertes und Fig. 194, 196. sind vielpaarig-gefiederte Blätter).

Fig. 189.
Doppelt gefiedertes Blatt (fol. bipinnätum) von der Angelike.

Fig. 195.
Dreipaarig-gefiedertes Blatt (f. trijüge-paripinnätum) von der Frühlings-Walderve. Mit breit-eiförmigen, lang zugespitzten Blättchen. Statt des Endblättchens eine borstenförmige Spitze.

Fig. 191.
Siebenzähliges oder siebenfingeriges Blatt (f. digitätum) von der Roßkastanie.

Fig. 197.
Einpaarig-gefiedertes Blatt mit geflügeltem Blattstiele von der Wald-Platterbse.

Fig. 190.
Dreizähliges Blatt (f. ternätum) vom Bergklee.

Fig. 198.
Doppelt dreizähliges Blatt (f. biternätum) vom Giersch (*Aegopodium podagraria*).

Fig. 196.
Abwechselnd-vielpaarig-gefiedertes Blatt (f. alternätim-paripinnätum), mit ovalen, adrigen Blättchen und spießigem **Nebenblatte** am Grunde. Statt des Endblättchens eine Ranke.

Fig. 192.
Fußförmiges Blatt (f. pedätum) mit länglich-keilförmigen Blättchen von der schwarzen Nießwurz.

Fig. 193.
Unterbrochen-unpaarig-gefiedertes Blatt (f. interrupte-pinnätum) der Kartoffel.

Fig. 194.
Unpaarig gefiedertes Blatt der Robinie.

4. **Mehrfach zusammengesetzte** Blätter unterscheiden wir im allgemeinen nach dem Grade ihrer Zusammensetzung in **doppelt-** bis **vielfach zusammengesetzte** (folium decompositum und f. supra-decompositum). Nach der Art der Zusammensetzung giebt es daher **doppelt dreizählige** Blätter (f. biternātum), wie bei *Aegopodium podagraria* (Fig 198.), und andererseits **doppelt gefiederte** (f. bipinnatum), wie bei *Angelica* (Fig. 199.), **dreifach gefiederte**, ꝛc. Auch kommen Combinationen der beiden Hauptarten der Zusammensetzung vor, besonders beim **dreizählig gefiederten** Blatte (f. ternāto-pinnātum), wo die fiederförmig angeordneten Blättchen dreizählig zusammengesetzt sind.

§. 90. IX. Die **Nerven** oder **Rippen**, d. s. die an der Oberfläche, besonders auf der unteren Seite der Blattfläche hervortretenden festeren, holzigen Partien der Blattsubstanz, welche die Gefäßbündel (§. 55.) enthalten. Ihre Gesammtheit wird die **Berippung** oder **Nervatur** (nervatio) des Blattes genannt. Meist sind zu unterscheiden: 1) Die **Mittelrippe** oder **Hauptrippe** (costa media), welche als Fortsetzung des Blattstieles, wo ein solcher vorhanden ist, die Mitte der Blattfläche durchzieht und alle übrigen Rippen an Stärke übertrifft. 2) Die **Seitennerven** oder **Seitenrippen** (nervi laterāles), d. s. die nächststärkeren Nerven, welche neben der Mittelrippe vom Grunde des Blattes aufsteigen oder auf deren Verlauf als Zweige aus ihr entspringen. 3) Die **Adern** (venae), welche die letzten und feinsten, meist netzförmig sich vereinigenden Verästelungen der Nerven in der Blattmasse darstellen. Im allgemeinen ist die Nervatur um so reichgliederiger, je ausgedehnter die Blattfläche ist. Kleine schmale Blätter, wie die Nadeln der Coniferen, haben nur eine einfache, unverzweigte Mittelrippe.

Die Art der Berippung, welche sich auf die Anordnung und Verbindung, sowie auf den Verlauf der Nerven bezieht, wird durch folgende Ausdrücke bezeichnet.

1) **streifennervig** (folia parallelinervia), wenn die meist am Grunde entspringenden Nerven mit der Mittelrippe und untereinander ungefähr parallel laufen, wobei sie entweder geradnervig (f. rectinervia), wie bei den Gräsern (Fig. 200, A), oder bogennervig (f. curvinervia) sind. Im letzteren Falle heißen die Nerven divergirend, wenn sie von der Mittelrippe oder vom Grunde aus in einem Bogen gegen den Blattrand abgehen (Fig. 200, B), convergirend, wenn sie sich in der Blattspitze wieder vereinigen (Fig. 200, C). Meist sind die streifennervigen Rippen unter sich durch feine Queradern leiterförmig oder gitterförmig verbunden. Streifennervige Blätter sind für die meisten Monokotyledonen charakteristisch; doch kommen solche Blätter auch bei Dikotyledonen vor, z. B. bei *Plantāgo* und bei den Blättchen von *Lathyrus*.

2) **winkelnervig** (f. angulinervia), wenn die Seitennerven in einem scharfen Winkel an verschiedenen Punkten beiderseits aus der Mittelrippe entspringen, und meist auch in gerader Richtung in die Blattfläche hinein oder bis an den Blattrand sich erstrecken. Diese Art ist bei den meisten Dikotyledonen zu finden. Wir unterscheiden hier wieder:

a. **fiedernervig** (f. pinnatinervia), wenn eine einzige starke Mittelrippe vorhanden ist, von welcher alle Seitennerven ausgehen (Fig. 200, D, E). Unter den letzteren unterscheiden wir stärkere und feinere. In der Regel geht aus der Mittelrippe eine Anzahl starker Seitenrippen hervor, und zwar von der Basis nach der Spitze zu aufeinander folgend, gegenständig oder abwechselnd rechts und links. Bei den meisten Pflanzen werden dieselben, je weiter sie sich auf ihrem Verlaufe von der Mittelrippe entfernen, allmählich dünner und lösen sich durch Verzweigung in feinere Adern auf, so daß sie den Blattrand nicht erreichen, oder sie gehen bis hinter den Blattrand, um sich dort bogenförmig zu vereinigen (Fig. 200, E). Für andere Pflanzen, wie Rothbuche, Hainbuche, Hasel, Ulme, Erle, Birke ist es charakteristisch, daß die starken Seitenrippen in gerader Richtung und ohne sich aufzulösen bis an den Rand gehen, wo jeder der großen Zähne eine solche empfängt, die bis an dessen Spitze läuft und dort endigt (Fig. 200, D).

b. **handnervig** (f. palmatinervia), wenn mehrere ungefähr gleichstarke Hauptrippen strahlenförmig vom Ende des Blattstieles ausgehen. Dabei besteht jedoch an jeder derselben wiederum die fiedernervige Verzweigung (Fig. 200, G).

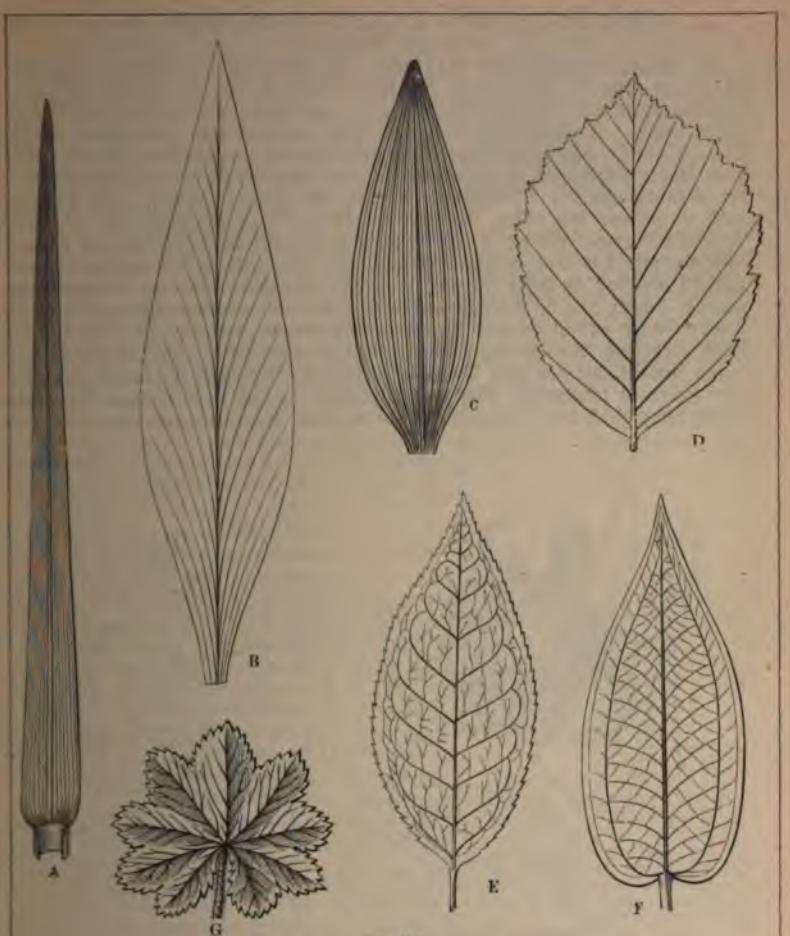


Fig. 200.

Nervatur der Blätter.

A Streifennervig, und zwar geradnervig (von einem Grase). B ebenso, aber divergirend bogennervig (von *Maranta arundinacea*). C ebenso, convergirend bogennervig (von *Convallaria polygonatum*). D Winkelnervig, und zwar fiedernervig, wobei die Seitenrippen erster Ordnung bis in die Spitzen der Zähne des Blattrandes laufen (von *Alnus incana*). E ebenso, aber die Seitenrippen erster Ordnung vor dem Rande bogenförmig sich vereinigend und in feinere Nerven sich auflösend (von *Prunus padus*). F Dreirippig und fiedernervig (von einer Melastomacee). G Handnervig (von *Alchemilla vulgaris*). In allen diesen Figuren sind die letzten feinsten Nerven oder Adern nicht mit gezeichnet.

c. Die Mitte zwischen diesen beiden Arten hält der Fall, wo außer der Mittelrippe beiderseits je eine oder zwei jener annähernd gleichstarke Rippen in gleicher Richtung wie jene durch das Blatt laufen und sich ebenfalls fiedernervig verzweigen; man nennt solche Blätter **dreirippig** (f. trinervia) beziehendlich **fünfrippig** (f. quinquenervia, Fig. 200, F). Sie sind besonders in der Familie der Melastomaceen, auch bei manchen Laurineen, bei *Gentiana* ꝛc. zu finden. §. 90.

X Bezüglich der Consistenz und der Dauer des Blattes gelten die §. 23., 11. u 14—17., und §. 25 erläuterten Ausdrücke.

§. 91. XI. **Entwickelung der Blätter.** Die Blätter entstehen immer unmittelbar unter dem Scheitel des Stengels (Vegetationspunkt §. 66.) als seitliche Auswüchse desselben, somit aus dem Urmeristem (§. 51.), aus welchem dieser Theil des Stengels allein besteht. Sie entstehen hier in der Regel in acropetaler Succession, also so, daß die oberste, dem Scheitel des Vegetationspunktes am nächsten stehende Anlage auch immer die jüngste ist, und häufig in der Reihenfolge, wie die Insertionen in der Grundspirale der Blattstellung (S. 28) auf einander folgen, doch bisweilen auch in anderer Succession, worüber S. 38 u. 39 zu vergleichen ist. Der erste Anfang des jungen Blattes ist ein schwacher Höcker auf der Oberfläche des Stengelscheitels, also stets eine exogene Bildung, wie dies auch bei den meisten Stengelzweigen der Fall ist (nicht endogen, d. h. von Gewebeschichten des Abstammungsorganes bedeckt, wie bei den Wurzeln, §. 95., und bei den Adventivknospen (§. 67, 2). Dieser Höcker entsteht bei den Phanerogamen dadurch, daß das Periblem (§. 51.) durch lebhaftere Vermehrung seiner Zellen an dieser Stelle eine Erhöhung nach außen bewirkt, die von dem Dermatogen (§. 51.) überzogen ist, indem dieses hier seine Zellen in tangentialer Richtung entsprechend vermehrt. Die junge Blattanlage besteht daher gleich dem Stengelscheitel, an welchem sie entsteht, aus Urmeristem; ihr

Fig. 201.

Spitze des **Stengels** von *Ceratophyllum demersum*, von den größeren jungen Blättern, die sie bedecken, befreit und der Länge nach durchschnitten, endigt oben in den **Vegetationspunkt** v, welcher noch blattlos ist, aber wenig unterhalb an seiner Seite die Höcker b hervortreten läßt, welche die **ersten Anfänge der Blätter** darstellen, auf welche nach unten allmählich ältere Entwickelungsstadien der Blätter folgen. An letzteren bemerkt man, daß die an der obersten Spitze liegenden Zellen in Dauergewebe übergehen, indem sie zu papillenförmigen, nicht mehr theilungsfähigen Zellen werden, und daß dies allmählich nach unten fortschreitet, das Blatt also an der Spitze zuerst zu wachsen aufhört. 60fach vergrößert.

Dermatogen und Periblem hängt mit den gleichnamigen Gewebepartien des Stengelscheitels unmittelbar zusammen. Bei der weiteren Ausbildung des Blattes gehen auch die dann sich differenzirenden Gewebe continuirlich in die des Stengels über, so daß die Fibrovasalstränge des Stengels sich unmittelbar in die des Blattes fortsetzen, die Stengelrinde mit dem Parenchym des Blattes, die Blattepidermis mit der Stengelepidermis zusammenhängen.

Die Protuberanz, welche den ersten Anfang eines Blattes darstellt, ist bald ein ungefähr halbkugeliger Höcker mit kreisförmiger Grundfläche, bald ein breit gezogener

§. 91.

Höcker oder ein niedriger Wulst, der einen Theil des Umfanges des Stengelscheitels einnimmt (Fig. 202. u. 203.); ersteres mehr bei denjenigen Blättern, die auch im ausgebildeten Zustande mit relativ schmaler Insertionsfläche dem Stengel angefügt sind, letzteres bei denjenigen, welche im ausgebildeten Zustande die ganze oder einen größern Theil der Stengelperipherie umfassen. Aber niemals, auch nicht bei den vollständig stengelumfassenden Blättern, umfaßt das Blatt zur Zeit seiner Entstehung als geschlossener Ring den Stengel; sondern wenn dieses Verhältniß eintritt, so verbreitert sich der Wulst, der immer an der Stelle der Mediane (§. 17.) des Blattes am höchsten erscheint, mit seinen Rändern allmählich weiter um den Umfang. Wo quirlständige Blätter vorhanden sind, da entstehen sie entweder ebenfalls als gesonderte, in gleichen Abständen um den Stengelscheitel geordnete Höcker (Fig. 202.), oder wohl auch als wirklich geschlossener gleichmäßiger Ringwall, an welchem sich erst nachträglich die einzelnen Blätter durch stärkeres Wachsthum des Walles an den ihnen entsprechenden Stellen sich herausmodelliren, wie es besonders bei den Blattkreisen mancher Blüten vorkommt. Jedes Blatt erscheint im jüngsten Stadium als bloßer Höcker oder Wulst, mag es im ausgebildeten Zustande eine noch so verschiedene Form besitzen; bei ihrer Entstehung sind also die Blätter aller Pflanzen nahezu einander gleich. Die sehr verschiedenen Formen kommen erst dadurch zustande, daß der junge Blatthöcker, welcher sich zunächst in allen seinen Theilen durch Vermehrung der Zellen vergrößert, an gewissen Punkten und in gewissen Richtungen stärker wächst als in anderen, so daß der formlose Höcker bei seiner Vergrößerung zugleich die ausgeprägtere Form annimmt, die den Blättern der betreffenden Pflanze eigenthümlich ist. Es entstehen also bei den zusammengesetzten Blättern (§. 89.) und bei getheilten Blattflächen (§. 88.) sowie bei Blättern, deren Rand Zähne (§. 86.) bildet, die einzelnen Theile und die Einschnitte nicht durch ein Zerreißen eines ursprünglich ganzen Körpers, sondern dadurch, daß das Wachsthum der Blattanlage an bestimmten Punkten so starke Fortschritte im Verhältniß zu den dazwischen liegenden Punkten macht, daß die einzelnen Theile immer stärker und selbständiger hervortreten. Die Anlage des Blattes zeigt überhaupt anfangs ein schnelleres Wachs-

Fig. 202.

Scheitel des Stengels von **Lysimachia vulgaris**, von oben gesehen. 1, 1, 1 die Anlagen der drei jüngsten quirlständigen Blätter in Form von drei Höckern rings um den in der Mitte als sehr niedrige Kuppe sichtbaren Vegetationspunkt des Stengels. 2, 2, 2 die etwas älteren Blattanlagen des nächst unteren Quirles; bei a die Anlage des in der Achsel des Blattes stehenden Zweiges. Vergrößert.

Fig. 203.

Scheitel des Stengels von **Melilotus alba**, von oben gesehen. In der Mitte die Kuppe des Vegetationspunktes, an welcher bei 1 das jüngste Blatt angelegt worden ist, in Form eines niedrigen Wulstes. Bei 2 die nächstältere Blattanlage, an welcher sich die drei Höcker auszuprägen beginnen, aus denen die Blättchen des dreizähligen Blattes sich bilden, während die Nebenblätter noch nicht hervortreten. Am nächstälteren Blatte 3 sind die drei Höcker der Blättchenanlagen deutlich erkennbar, auch die beiden Nebenblätter 3n, 3n hervorgetreten. Dieselbe Bedeutung haben für die nächstälteren Blätter 4 und 4n, sowie 5 und 5n; am letzteren beginnen die Nebenblätter bereits das Hauptblatt zu überwachsen. Vergrößert.

§. 91. thum, als die Zone des Stengels, an welcher sie eingefügt ist; das Blatt wächst rascher in die Länge, als der über ihm befindliche Stengelscheitel; in kurzer Zeit überragt es den letzteren, weßhalb die Knospen immer von den jungen Blattanlagen bedeckt sind. Durch dieses Wachsthum des Blatthöckers prägt sich schon sehr bald die Gestalt des fertigen Blattes in seinen Hauptzügen aus. Ist dem Blatte eine große breite Lamina eigenthümlich, so wird aus dem Höcker sehr bald infolge des Wachsthums in die Länge und in die Breite, welches dasjenige in die Dicke übertrifft, ein mehr platter Körper, der, wenn das Blatt einen Stiel bekommt, an der Basis weniger breit wird, oder wenn der Stiel am Grunde aus einer Scheide entspringt, ein wenig oberhalb der Basis ein Zurückbleiben der Verbreiterung erkennen läßt, welches den Anfang der Blattstielbildung bezeichnet. Wenn ein Blatt Nebenblätter (§. 83.) hat, so treten diese zwar frühzeitig, aber immer später als die Anlage des Blattes selbst hervor (Fig. 203.); einmal angelegt, wachsen dieselben aber zunächst meist rascher als das Blatt, so daß sie dieses bald überragen und meist von der Rückenseite bedecken (Fig. 203 u. 210.); nur bei den achselständigen Nebenblättern, dem Blatthäutchen und dem Blattstiefel (§. 83.) stehen dieselben an der Innenseite der Blattanlage, zwischen dieser und dem Vegetationspunkte (Fig. 210.).

Anfangs besteht die junge Blattanlage, wie erwähnt, ganz aus Meristem, sie wächst daher in dieser Periode in allen ihren Theilen. Sehr bald tritt eine Aenderung ein, indem an gewissen Stellen das Gewebe seine Zelltheilungen einstellt und zu Dauergewebe wird, welches durch intercalares Wachsthum, d. h. durch bloße Streckung der Zellen, eine Zeit lang an der Vergrößerung des Blattes sich betheiligt, während an gewissen anderen Punkten das Zellgewebe im Meristemzustande verbleibt. Jene Stellen sind aus erweiterten nicht mehr sich theilenden Zellen, diese aus sehr kleinen, in lebhafter Theilung begriffenen gebildet. Man kann daher die letzteren als secundäre Vegetationspunkte des Blattes bezeichnen. Ihre Lage ist je nach den Blättern verschieden. Bei den meisten einfachen Blättern beginnt der Uebergang des Meristems in Dauergewebe an der Spitze und schreitet gegen die Basis hin fort (Fig. 201.); diese bleibt am längsten im Wachsthume durch Zellenbildung und zuletzt durch Zellenstreckung begriffen Bei sehr langen, schmalen Blättern (Gramineen, Cyperaceen und anderen Monokotyledonen) wird ein großer Theil des Blattes durch das Wachsthum dieser lange thätig bleibenden Blattbasis erzeugt. Ebenso hört das Wachsthum der Stiele gestielter einfacher Blätter erst lange Zeit nach der Ausbildung der Lamina auf. Bei Blättern, welche durch Einschnitte getheilt sind, und besonders bei den zusammengesetzten Blättern treten die einzelnen Theile meist ungleichzeitig auf. Bei handförmig zusammengesetzten Blättern, wenigstens bei den fünf- und mehrzähligen ist das mediane Blättchen zuerst unterscheidbar und es folgen dann zu beiden Seiten desselben, also in abwärts schreitender Folge die übrigen Blättchen, so daß die beiden vordersten oder untersten zuletzt hervortreten, wie bei den fünfzähligen Blättern von *Rubus* (Fig. 204.) und *Potentilla reptans*. Nur dreizählige Blätter können davon eine Ausnahme machen. So sehen wir auf dem breitgezogenen Wulste, der die erste Blattanlage der Blätter von *Melilōtus* (Fig. 203.) darstellt, zwei beiderseits der Mediane liegende Einschnitte bemerkbar werden, durch welche die mittleren und zwei seitliche Höcker ziemlich gleichzeitig markirt werden. Bei *Oxālis acetosēlla* wird die wegen der schneckenförmigen Knospenlage kappenförmig umgekippte Blattanlage an ihrem Rande ebenfalls durch zwei sich bildende sanfte Einschnitte mit einem Male schwach dreilappig, und aus den drei Lappen entwickeln sich die drei Blättchen (Fig. 205.). Die schildförmigen Blätter (§. 84.), z. B. die von *Hydrocotȳle*, schließen sich in der basipetalen Entstehung ihrer Lamina den gefingerten Blättern an, indem zuerst zu beiden Seiten neben der Spitze der Blattanlage die nächst angrenzenden Theile der Lamina erscheinen, worauf der Reihe nach die folgenden zum Vorschein kommen, deren letzte untersten aber hier vorn über den Blattstiel übergreifen und sich vereinigen, um auch nach dieser Richtung hin zur Lamina auszuwachsen, die dann auf ihrer Mitte den Stiel hat (Fig. 206.). Bei gefiederten Blättern erscheinen entweder die Anlagen der beiden obersten Blättchen zuerst und es folgen die übrigen in basipetaler Folge, so daß die untersten die jüngsten sind; so bei den Rosen, bei der Kartoffel (Fig. 207.),

§. 91.

Fig. 204.

Entwickelung des fünfzähligen Blattes von *Rubus fruticōsus*. Entstehung der Blättchen in basipetaler Folge. Junge Blattanlage, an welcher bei a die Anlage des mittleren Blättchens am ältesten ist; an ihrer Seite sind vor Kurzem die Höcker b b entstanden, aus denen die beiden benachbarten Blättchen werden, während bei c c soeben erst als schwache Höcker und jüngste Bildungen die Anlagen der beiden vorderen Blättchen sichtbar werden. st, st Nebenblätter. Vergrößert.

Fig. 205.

Entwickelung des dreizähligen Blattes von *Oxălis acetosélla*. Simultane Entstehung der drei Blättchen. A Stengelscheitel a, von oben gesehen, mit der jüngsten Blattanlage b, auf deren Mitte der hohe wulstige Höcker noch nichts von den künftigen drei Blättchen erkennen läßt. B ein Stengelscheitel in einem etwas älteren Zustande seines jüngsten Blattes, von der Seite gesehen. Der Höcker ist weiter gewachsen und hat sich umgekippt (die schneckenförmige Knospenlage des Blattes vorbereitend); an seinem Vorderende werden soeben zwei sanfte Furchen sichtbar, indem die drei dazwischen liegenden Punkte etwas stärker wachsen und dadurch gleichzeitig als die Anlagen der drei Blättchen auftreten. C etwas älterer Zustand der Blattanlage, wo die Anfänge der drei Blättchen deutlicher hervorgetreten sind. Vergrößert.

Fig. 206.

Entwickelung des schildförmigen Blattes von *Hydrocotȳle vulgāris*. A—C junge Blattanlagen, vom Stengel abgeschnitten, vergrößert. D fertiges Blatt zum Vergleiche. A jüngster Zustand; unter der Blattspitze werden soeben zwei Höcker sichtbar, aus denen die beiden der Spitze nächsten Theile der Lamina hervorgehen. B nächstälterer Zustand; am unteren Rande der seitlichen Höcker sind wieder zwei Höcker entstanden, aus denen die nächst unteren Theile der Lamina sich entwickeln. Bei C sind wieder etwas später endlich am untern Rande des vierten und fünften Lappens die Anlagen des sechsten und siebenten gefolgt, welche vorn über den Blattstiel übergreifen und dort mit einander im Zusammenhange hervortreten, wodurch die Blattfläche ringsum schildförmig sich schließt.

bei *Taraxăcum*. Oder die untersten Foliola treten zuerst auf und nach ihnen folgen, also in acropetaler Richtung, successiv die nächst oberen, das oberste ist das jüngste; so bei *Robinia pseudacacia* (Fig. 208.), bei *Clematis vitālba*, bei *Anthriscus*, bei dessen mehrfach zusammengesetztem Blatte dieselbe Succession auch an den Theilen der Blättchen stattfindet (Fig. 209.). Bei den unterbrochen gefiederten Blättern der Kartoffeln erscheinen die großen Blättchen zuerst und nachträglich zwischen diesen erst die kleinen. Aber auch wo die Blättchen in acropetaler Folge gebildet werden, sehen wir die Spitzen aller dieser Theile zuerst in Dauergewebe übergehen. An den Spindeln der gefiederten Blätter bilden sich gewöhnlich an bestimmten Stellen Vegetationspunkte, welche längere Zeit in Thätigkeit bleiben.

§. 91.

Fig. 207.

Entwickelung des gefiederten Blattes von *Solánum tuberósum*. Entstehung der Blättchen in basipetaler Folge. Ein junges Blatt, bereits mit vielen gegliederten Haaren besetzt, von der Seite gesehen. Bei a Anlage des obersten Blättchens; darunter entsteht soeben als schwacher Höcker b diejenige des nächstunteren Blättchens, und in dieser Richtung folgen später die anderen. Vergrößert.

Fig. 208.

Entwickelung des gefiederten Blattes von *Robínia pseudacácia*. Entstehung der Blättchen in acropetaler Folge. A junge Blattanlage, bereits mit Haaren besetzt, von der Seite gesehen; über der Basis bildet sich bei a ein Höcker als Anlage des untersten Blättchens. B etwas älterer Zustand; auf den ältesten untersten Höcker a sind der Reihe nach aufwärts weitere gefolgt, als Anlagen von Blättchen; bei x der jüngste, eben erst bemerkbar werdend. Vergrößert.

Fig. 209.

Entwickelung des mehrfach gefiederten Blattes von *Anthríscus sylvéstris*. Entstehung der Blättchen in acropetaler Folge. A Junge Blattanlage, vom Stengel abgeschnitten, von der inneren, dem Vegetationspunkte zugekehrten Seite gesehen. Die Anlage der künftigen Scheide ist als der unterste breiteste Theil zu sehen. An dem kegelförmigen Haupttheile des Blattes sind die Anlagen der beiden untersten Blättchen als die größten Höcker a zuerst entstanden; nach oben folgen allmählich kleinere, bei x solche in der ersten Bildung. B Längshälfte einer älteren Blattanlage; eine größere Anzahl seitlicher Höcker ist gegen die Spitze fortschreitend gebildet worden; die unteren ältesten derselben haben sich bereits weiter ausgebildet, indem an ihnen Fiedern zweiter Ordnung hervorgetreten sind, und zwar wiederum in acropetaler Folge. Vergrößert.

So fährt bei den Umbelliferen der Stiel an einer dicht unter der Einfügungsstelle der Lamina gelegenen Stelle, und ebenso die Spindel an je einer solchen Stelle unter jedem Blättchenpaare, sowie die obere Grenze der Blattscheide länger im Wachsthume fort als die übrigen Theile. Die weit verbreitete Erscheinung, daß die Spitze des Blattes und seiner Theile zuerst im Wachsthume aufhört, hat zu

dem früher aufgestellten Satze Veranlassung gegeben, daß das Blatt, umgekehrt wie der Stengel, nicht an seiner Spitze, sondern an seiner Basis wächst, erstere der älteste, letztere der jüngste Theil ist. Aus dem Vorhergehenden erhellt, daß der Satz in dieser Fassung unzutreffend ist, wohl aber unterscheidet sich das Wachsthum des Blattes darin von demjenigen des Stengels, daß dasselbe nicht wie der letztere einen dauernd fortbildungsfähigen Vegetationspunkt auf seinem Scheitel behält.

Die tiefen fieder- oder handförmigen Einschnitte der Palmenblätter bilden sich ganz abweichend von den Theilungen anderer Blätter durch Vertrocknen und Zerreißen bestimmter Streifen der ursprünglich zusammenhängenden Blattspreite zu der Zeit, wo diese aus der Knospe hervortritt und sich ausbreitet.

Literatur über Entwickelungsgeschichte des Blattes: Grisebach, in Wiegmann's Archiv, 1844 u. 1846. — v. Mercklin, Entwickelung der Blattgestalten. Jena 1846. — Trécul, Ann. des sc. nat. 1856. 3. sér. T. XX. — Hofmeister, Allgemeine Morphologie. Leipzig 1868, pag. 519 ff.

§. 92.

XII. Die **Knospenlage.** Das junge Blatt zeigt meist ein anderes Verhältniß des Wachsthums seiner morphologischen Oberseite (die dem Stengel zugekehrt ist) zu demjenigen der Unterseite oder Rückenseite, als während der letzten Zeit seines Wachsthums und hat daher in der Knospe (§. 66.) eine andere Lage, als im späteren fertigen Zustande. Der Uebergang aus der Knospenlage in diese letztere Stellung heißt die Entfaltung der Blätter. Wir unterscheiden

1) **Knospenlage des einzelnen Blattes** (vernatio). Von dieser giebt es folgende Arten:

a. **flach** (vernatio plana, Fig. 213., A), wenn die Blattfläche auch in der Knospe flach ausgebreitet ist, was sie bei ihrer Kleinheit im jungen Entwickelungszustande, und namentlich bei schmalen Blättern wohl vermag, z. B. allgemein bei den Nadelhölzern.

b. **einfach gefaltet** (v. duplicativa, Fig. 210., A), d. h. der Länge nach in ihrer Mediane gefaltet und mit beiden Hälften aufeinander liegend, wie beim Kirschbaum, bei der Eiche, Hasel, Ulme. Dabei sind gewöhnlich die beiden Ränder nach rechts oder links gewendet, so daß das gefaltete Blatt mit der einen Hälfte den inneren Theilen der Knospe anliegt. Bisweilen liegen alle Blätter nach einer bestimmten Richtung, z. B. beim Kirschbaum mit den Rändern in der Richtung der aufsteigenden Grundspirale. Bei andern, z. B. bei der Eiche ist dies ungleich wechselnd. In einer bestimmten Beziehung zur Verticale steht die Lage bei den ungefähr horizontal wachsenden Zweigen mit alternirend zweizeiliger Blattstellung, z. B. bei der Ulme (Fig. 210, A); die Blätter stehen in der zum Horizont geneigten Knospe in zwei Reihen rechts und links zur Knospenaxe und sind sämmtlich mit ihren gefalteten Rücken nach unten, mit den freien Rändern nach oben gekehrt. Die Nebenblätter, die zu jedem Blatte gehören und dasselbe bedecken, bilden eine obere und eine untere Reihe, und sämmtliche untere Nebenblätter übertreffen die oberen an Größe, so daß der ganze Sproß schon im Knospenzustande bilateral (§. 8.) ist und zwar in der unteren Hälfte eine gegen die obere geförderte Entwickelung zeigt. — Bei den meisten zusammengesetzten Blättern hat jedes einzelne Blättchen für sich gefaltete Knospenlage.

c. **mehrfach gefaltet** (v. plicativa, Fig. 210, B), wenn die Blattfläche in mehreren Längsfalten, die gewöhnlich vom Blattstiele ausgehen, zusammengelegt ist, wie bei *Alchemilla*, *Acer*.

d. **eingekrümmt** (v. inclinata), mit der oberen Hälfte einwärts auf die untere herabgeschlagen (seltener Fall, z. B. Staubgefäße von *Urtica*, *Celtis*).

e. **eingerollt** (v. involutiva, Fig. 210, C), wenn die Blattfläche mit beiden Rändern einwärts gerollt ist, wie beim Apfelbaum.

f. **zurückgerollt** (v. revolutiva, Fig. 210, D), mit beiden Rändern nach außen gerollt, wie bei *Polygonum* und *Rumex*.

g. **zusammengerollt** (v. convolutiva, Fig. 210, E), wenn die Blattfläche sammt der Blattscheide die inneren Blätter umfassend in einer oder mehreren Spiralwindungen sich zusammenwickelt, wobei also immer der eine Rand den andern bedeckt, wie bei den Gramineen, bei *Musa*, *Canna* ꝛc. Auch hier zeigen die zweizeilig beblätterten Halme der Gramineen eine Gesetzmäßigkeit der Rollung insofern

§. 92

Fig. 210.

Knospenlage der Blätter.

Knospen verſchiedener Pflanzen in ſchematiſcher Darſtellung im Grundriß. A einfach gefaltete Knospenlage, bei der Ulme. Die Laubblätter 1, 2, 3, 4 ꝛc. ſtehen in zwei Reihen rechts und links, mit den freien Rändern nach oben gekehrt; $s_2 s_2$ die beiden zum Laubblatt 2 gehörigen Nebenblätter, $s_3 s_3$ gehören zu Blatt 3 ꝛc.; das nach unten liegende Nebenblatt iſt allemal größer als das andere. B mehrfach gefaltete Knospenlage beim Ahorn. Die Knospe zeigt zuäußerſt die gegenſtändigen Knospenſchuppen, nach innen folgen in derſelben Blattſtellung die gefalteten Laubblätter. C eingerollte Knospenlage beim Apfelbaum. Auswendig die Knospenſchuppen, innen die Laubblätter mit je zwei Nebenblättern an ihrer Seite. D zurückgerollte Knospenlage bei *Polygonum bistorta*. Man ſieht die aufeinander folgenden Laubblätter durchſchnitten, mit ihren dicken Mittelrippen und den zurückgerollten beiden Blatthälften; zu jedem gehört ein Nebenblatt (Blattſtiefel §. 83.), welches ſcheidenförmig den ganzen inneren Theil der Knospe umhüllt. E zuſammengerollte Knospenlage des Schilfrohrs. Bei den aufeinander folgenden Blättern bedeckt abwechſelnd der rechte und der linke Rand den andern, ſo daß die freien Blattränder alle nach einer und derſelben Seite (in der Figur nach oben) gekehrt ſind.

als die Blätter regelmäßig wechſelwendig gerollt ſind, nämlich jede Blattzeile iſt in gleichem, beide in entgegengeſetztem Sinne gerollt; bei der einen iſt der rechte, bei der andern der linke Blattrand der freie.

h. **ſchneckenförmig** (vernatio circinnata), wenn das Blatt von oben nach unten, und zwar mit der Vorder- oder Oberſeite eingerollt iſt, wie bei *Drosĕra*, *Oxălis*, und am ausgeprägteſten bei den Farnblättern.

Bemerkenswerth iſt auch die Lage der Nebenblätter in Bezug auf das Blatt, zu welchem ſie gehören. Wie oben ſchon bemerkt, iſt das häufigſte Verhältniß das, daß das Blatt von ſeinen beiden Nebenblättern bedeckt wird (Fig. 210, A, C), die dann gewöhnlich auch einen Theil der folgenden Blätter der Knospe mit umfaſſen. Oder die Nebenblätter ſtellen ſich zwiſchen ihr Blatt und die jüngeren Theile der Knospe, nur die letzteren bedeckend, z. B. bei *Celtis* und namentlich bei den ſogenannten achſelſtändigen Nebenblättern und den mit ihnen verwandten Bildungen, (§. 83.) wie die Nebenblätter von *Platănus*, *Ficus*, der Blattſtiefel der Polygonaceen (Fig. 210, D).

2) **Deckung der Blätter** (foliatio). Hier handelt es ſich um die gegenſeitige Lage der Blätter zu einander, was beſonders bei den Blütenknospen, bezüglich der Kelchblätter und Blumenblätter wichtig iſt. Wir unterſcheiden (Fig 211.)

a. **klappig** (foliatio valvata), wenn die Blätter nur mit ihren Rändern ſich berühren;

b. **dachziegelig** oder **dachig** (f. imbricata), wenn die benachbarten Blätter ſich mit ihren Rändern decken, der gewöhnlichſte Fall;

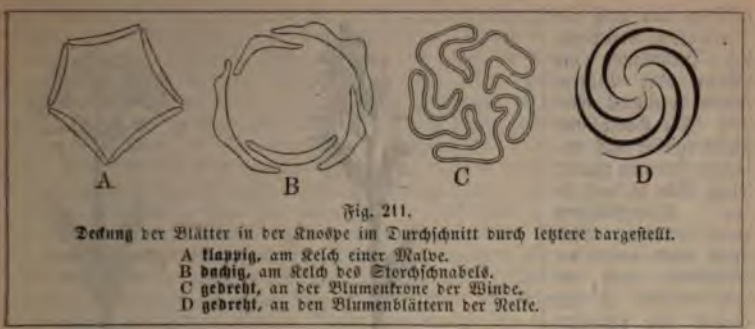


Fig. 211.

Deckung der Blätter in der Knospe im Durchschnitt durch letztere dargestellt.

A **klappig**, am Kelch einer Malve.
B **dachig**, am Kelch des Storchschnabels.
C **gedreht**, an der Blumenkrone der Winde.
D **gedreht**, an den Blumenblättern der Nelke.

c. **gedreht** (f. contŏrta), wenn die Blätter sich decken und zugleich alle nach einer Richtung gedreht sind, wie die Blumenblätter der Gentianeen, Convolvulaceen, Apocyneen, *Hypericum* ꝛc.;

d. **umfassend** (f. amplĕxa), wenn jedes Blatt ganz um das folgende gerollt ist, so daß die Blätter in einander geschachtelt sind, wie bei den Gräsern (Fig. 210.).

Literatur über die Knospenlage: Henry, Zur Kenntniß der Laubknospen in Nova acta Acad. Leop. Carol. Bd. XIX. 1 u. 2; XXI. 1; XXII. 1. — Döll, Erklärung der Laubknospen der Amentaceen. Frankf. a. M. 1848. — Wydler, Die Knospenlage. Berner Mittheilungen November 1850.

§. 93.

XIII. **Verschiedenheit der Blätter einer und derselben Pflanze oder Metamorphose des Blattes.** Bei keiner Phanerogame sind sämmtliche Blätter der Pflanze einander gleich. Schon deßhalb nicht, weil die Theile der Blüte ebenfalls Blattorgane sind und weil diese immer von den übrigen Blättern bedeutend abweichen. Ferner nehmen vielfach gewisse Blätter eigenthümliche, für besondere Lebenszwecke bestimmte Formen an. Aber auch abgesehen hiervon finden wir fast allgemein am Stengel verschiedene Regionen, die durch bestimmte Arten von Blättern charakterisirt sind. Alle diese Erscheinungen nennt man die Metamorphose des Blattes und begreift nach dem Gesagten auch die Bildung der Blüten unter denselben allgemeinen Gesichtspunkt.

A. **Gang der Blattmetamorphose an einem und demselben Stengel.** An den meisten Sprossen folgen sich von unten nach oben drei Regionen, welche durch verschiedene Blattformen charakterisirt sind, nämlich die schon oben (§. 69—75.) erwähnte Niederblatt-, Laubblatt- und Hochblattregion (Fig 212.). Die diesen zukommenden Blätter unterscheiden wir als: **1. Niederblätter,** mit welchen der Stengel, beziehendlich die einzelnen Sprosse beginnen. An ihnen ist allein oder vorwiegend nur der Blattgrund ausgebildet, sie stellen mithin nur den mehr oder weniger scheidenförmigen Theil des Blattes dar, haben keine oder eine nur schwach entwickelte Blattfläche. Bei Pflanzen, wo die Laubblätter eine wirkliche Scheide haben, sind daher die Niederblätter oft wirklich bloße Scheiden oder Schalen; bei Blättern ohne Scheide, mit nur mäßig verbreiterter Blattstielbasis stellen sie mehr schuppenförmige Organe dar. In diesen Formen sehen wir sie besonders an Wurzelstöcken, Knollen und Zwiebeln auftreten, an letzteren die Zwiebelschuppen bildend und durch fleischig verdickte Beschaffenheit ausgezeichnet (§. 74.), während sie an Knollen, Wurzelstöcken ꝛc. mehr häutige, in beiden Fällen gewöhnlich nicht grüne Beschaffenheit haben. Bei den Sprossen der Holzpflanzen sind die Knospenschuppen, mit denen dieselben beginnen und welche dem Sprosse im Knospenzustande als äußere Bedeckung dienen, die Niederblätter. **2. Laubblätter,** die vollkommensten Blattformen, an denen meist alle Theile des Blattes vertreten sind, immer aber die Blattfläche, ausgezeichnet durch ihre Ausstattung mit Chlorophyllgewebe, den Hauptheil bildet. Sie folgen auf die Niederblätter, entweder ohne Vermittelung oder mit allmählichen Uebergängen, und bekleiden gewöhnlich den größten Theil des Stengels. Nach oben gehen sie meist allmählich, oft auch unvermittelt über in **3. die Hochblätter,** welche jedoch nur da vorkommen, wo der Sproß an seiner Spitze zur Blütenbildung verschreitet, indem diese Blätter schon zum Blütenstande

§. 93. gehören und auch als Deckblätter, beziehendlich Hüllblätter der Blüten oder Blütenstände bezeichnet werden. Die Hochblätter sinken wieder auf einfachere Formen zurück, jedoch nicht so, daß sie den Niederblättern gleich würden. Vielmehr wird außer der Blattfläche auch der Scheidentheil in der Größe sehr reducirt; immerhin tritt die bedeutendste Vereinfachung in der Blattfläche auf, indem diese nicht nur in der Größe außerordentlich abnimmt, sondern auch ihre charakteristische Form verliert, was besonders bei zusammengesetzten oder gelappten Blättern auffallend ist, wo das Hochblatt gewöhnlich gar keine Zusammensetzung oder Theilung mehr zeigt, sondern die Lamina nur durch einen einfachen, kleinen, blattartigen Zipfel oder Spitze vertreten ist oder wo die Blattscheide oder der Blattstiel und die Lamina in ihrer Vereinfachung verschmelzen, so daß das Hochblatt ein schuppenförmiges Organ darstellt, welches oft nur mit grünem Mittelnerv versehen oder wohl auch ganz bleich ist, bisweilen auch bunte Farben annimmt. Die nähere Betrachtung der Hochblätter sowie der Blütenblätter, welche als eine noch weitere Metamorphose sich darstellen, gehört in das Kapitel vom Blütenstand und von der Blüte (s. §. 101 ff.).

Fig. 212. **Metamorphose des Blattes in Form von Niederblättern, Laubblättern, Hochblättern.**

A *Orchis latifolia*, ganze Pflanze; am Stengel folgen, durch Uebergänge verbunden, von unten nach oben: Niederblätter (a, b), Laubblätter (c—f), Hochblätter (g), welche die Deckblätter des Blütenstandes darstellen.

B *Valeriāna dioīca*, ganze Pflanze; am Stengel folgen ebenfalls von unten nach oben: Niederblätter (a, b), Laubblätter (d—f) und zwar in zweierlei Formen unten und oben, und Hochblätter (g, h), die die Deckblätter des Blütenstandes darstellen.

Die **Knospenschuppen** oder **Knospendecken** (tegmĕnta), d. h. die Niederblätter der Zweige der Holzpflanzen sind kleine schuppenförmige Blätter von derber, harter, meist lederartiger Beschaffenheit und meist von brauner oder schwarzer Farbe, welche während des Winters die Knospen bedecken. Ihre feste Beschaffenheit rührt daher, daß sie vorwiegend aus sehr dickwandigen, sclerenchymatischen (S. 126) Zellen zusammengesetzt sind, meist gar keine chlorophyllhaltigen Zellen besitzen. Wegen ihrer Festigkeit, ferner wegen ihres dichten Aufeinanderliegens zur Winterszeit, und wegen des oft auf ihnen vorhandenen Ueberzuges von Harz oder Balsam, welcher durch Secretion auf ihnen entsteht (S. 103) und gegen das Eindringen von Wasser schützt, gewähren sie den von ihnen bedeckten jungen Theilen des Sprosses einen bedeutenden Schutz gegen die Einflüsse der winterlichen Witterung. Beim Oeffnen

der Knospen im Frühjahre fallen sie ab. Die Knospenschuppen sind immer gewissen Theilen der vollkommenen Laubblätter desjenigen Sprosses, an welchem sie stehen, äquivalent. Die äußersten, also untersten, sind meist die kleinsten und den Theilen des vollkommenen Blattes unähnlichsten; dann folgen größere Knospenschuppen, und nach innen findet meist ein allmählicher Uebergang in die vollkommenen Laubblätter statt, an welchem man deutlich erkennen kann, welchen Theilen eines vollständigen Blattes die Knospenschuppen entsprechen. Man unterscheidet hiernach zwei Arten von Knospenschuppen: a) dem Hauptblatte entsprechende oder tegmenta foliacea. Jede Knospenschuppe ist der Basis eines Laubblattes äquivalent. Sie haben dieselbe Blattstellung wie diese und gehen so allmählich in dieselben über. Wenn die Laubblätter nebenblattlos sind, so zeigt sich bei diesem Uebergange deutlich, daß die Knospenschuppe die Basis eines Blattes ist, welchem alle anderen Theile fehlen, und daß beim Uebergange in die Laubblattregion an der Spitze der inneren Knospenschuppen allmählich die Andeutung von Blattstiel und Blattfläche erscheinen, und diese Theile mit jedem nächsten Blatte, gewöhnlich sehr bald größer werden (vgl. Fig. 213, 214.). Auch wenn das Blatt Nebenblätter hat, kann das gleiche Verhältniß bestehen: man sieht dann, daß die inneren Knospenschuppen an ihren Spitzen beiderseits die Anfänge der Nebenblätter und dann zwischen denselben die kleine Lamina

§. 93.

Fig. 213. **Knospe von Syringa vulgaris.**

A Schematischer Grundriß der Knospe, zeigt die von außen nach innen an Größe zunehmenden Knospenschuppen, auf welche als unmittelbare Fortsetzung die Laubblätter folgen, alles in gegenständiger Blattstellung. B die Knospe von außen, nur die Knospenschuppen zeigend, vergrößert. C a Knospenschuppe, b Uebergangsform zu den Laubblättern, c unterstes kleines Laubblatt, wodurch bewiesen wird, daß die Knospenschuppe einem ganzen Blatte äquivalent ist, also tegmenta foliacea.

Fig. 214. **Knospe von Prunus avium.**

A Die Knospe von außen, nur die Knospenschuppen zeigend, vergrößert. B Schematischer Grundriß der Knospe, zeigt außen die Knospenschuppen, nach innen die mit Nebenblättern versehenen Laubblätter; beim Uebergange wird aus jeder Knospenschuppe je ein mit zwei Nebenblättern versehenes Laubblatt (dieses in gefalteter Knospenlage). Dasselbe wird durch C verdeutlicht, wo die einzelnen Uebergangszustände von der Knospenschuppe a zum Laubblatte d dargestellt sind; bei b zeigt die Knospenschuppe an der Spitze die Differenzirung in die beiden Nebenblätter (zwei seitliche Zipfel) und in das Blatt (mittlerer Zipfel), was bei c bereits deutlicher ist; also die Knospenschuppe einem ganzen Blatte sammt Nebenblättern entsprechend; daher tegmenta foliacea.

§. 93. bekommen (Fig. 214). b) Den Nebenblättern entsprechende oder tegmenta stipulacea. Diese nehmen beim Uebergange in die Laubblattregion die Beschaffenheit der Nebenblätter an, und es erscheint allmählich das eigentliche Blatt zwischen je einem Paar derselben, wie z. B. bei den Eichen (Fig. 215.), Buchen, Birken, Ulmen, Linden ꝛc. Die Knospenschuppen selbst haben hier keine Spur des Blattes zwischen sich, sie sind (da hier gewöhnlich die Nebenblätter frei sind) auch nicht mit einander verwachsen; sie gehören aber trotzdem immer paarweise zusammen, und in dieser paarigen Verbindung zeigen sie auch genau die Blattstellung der Laubblätter, die auf diese Weise durch die ganze Region der Knospenschuppen zu verfolgen ist (vgl. Fig. 215).

Fig. 215.

Knospe von Quercus robur.

A Die Knospe von außen, oberhalb der Blattnarbe, nur die Knospenschuppen zeigend. B Schematischer Grundriß der Knospe, zeigt außen die Knospenschuppen, innen die gefalteten Laubblätter mit ihren Nebenblättern. Die Knospenschuppen sind hier tegmenta stipulacea; jedes hat den Werth eines Nebenblattes. Die Ziffern stehen an den Punkten, wo die Blätter der zu Knospenschuppen gewordenen Nebenblätter stehen müßten (die Ziffer außen vor den beiden zugehörigen Nebenblättern); weiter nach innen erscheinen die Blätter an diesen Stellen thatsächlich, zuerst als Rudimente, dann vollständig. C zeigt die von außen nach innen aufeinanderfolgenden Formen der Knospenschuppen von a—f; bei g tritt zwischen je zwei Schuppen die erste Spur des Blattes auf, bei h ist dieses in b deutlicher, während die Schuppen ss als die zugehörigen Nebenblätter sich erweisen, bei i noch deutlicher.

Eine nackte Knospe (gemma nuda) heißt bei den Holzpflanzen eine solche, welche von keinen eigentlichen Knospenschuppen eingehüllt ist, wo also eine Niederblattregion in der Sproßfolge gar nicht auftritt. Wenn in diesem Falle die Blätter Nebenblätter haben, so übernehmen die Stipulae der ersten Blätter die Bedeckung; z. B. bei der Erle (Fig. 216.), wo gleich das erste Blatt der Knospe ein Laubblatt ist, dessen zwei Nebenblätter zwei Seiten der Knospe bedecken, während das eine Nebenblatt des zweiten Blattes die dritte Seite der Knospe bedeckt. Es giebt aber auch nackte Knospen bei Pflanzen mit nebenblattlosen Blättern, wie bei *Vibúrnum lantána*, *Cornus sanguínea*, *Hedéra helix*. Hier nehmen ein oder zwei Laubblätter als noch jugendliche, ganz kleine, äußerlich meist durch Behaarung geschützte Bildungen das Aeußere der Knospe ein.

Fig. 216.

Nackte Knospe von Alnus glutinosa

im Grundriß, schematisch. s_1 s_1 die beiden Nebenblätter des darunter liegenden ersten Laubblattes, die Knospenschuppen darstellend, welche zwei Seiten der dreiseitigen Knospe bedecken. s_2 das eine Nebenblatt des zweiten Laubblattes, als Knospenschuppe die dritte Seite der Knospe bedeckend.

Einen weiteren Ausdruck erhält die Metamorphose des Blattes bei denjenigen Pflanzen, wo die Laubblätter in zweierlei verschiedenen Formen an demselben Stengel vorkommen, und die man **verschiedenblättrige Pflanzen** (plantae heterophyllae) nennt. Gewöhnlich steht dies damit im Zusammenhange, daß beide Blätter in verschiedenem Medium leben und für ihre ungleichen Lebensverrichtungen einer verschiedenen Organisation bedürfen. Bei vielen Wasserpflanzen sind die unteren Blätter des

Stengels, welche im Wasser untergetaucht leben, von wesentlich anderer Form als die auf dem Wasser schwimmenden oder die ganz an der Luft befindlichen. Jene sind oft schmal und lang oder aber in feine Zipfel zertheilt. Das Pfeilkraut (*Sagittaria sagittaefolia*) z. B. hat, besonders wenn es im tiefen Wasser steht, unten lauter bandförmige, sehr lange untergetauchte Blätter, die mehr denen einer grasartigen Pflanze ähneln, während die über den Wasserspiegel sich erhebenden Blätter die gewöhnlichen, pfeilförmigen mit Stiel versehenen Formen annehmen. Der Wasserhahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*) trägt am untergetauchten Theile des Stengels dreifach fiedertheilige Blätter mit lauter sehr feinen Zipfeln, während die oberen, auf dem Wasser schwimmenden Blätter eine zusammenhängende gelappte Blattfläche besitzen (Fig. 217.). Eine analoge Verschiedenheit finden wir an den unteren, im Wasser sich entwickelnden Blättern von *Phellandrium aquaticum*, *Nasturtium amphibium* ꝛc.

Fig. 217.
Wasserhahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*) mit **verschiedenen Laubblättern**, die untergetauchten in feine Zipfel zertheilt, die schwimmenden mit ganzer gelappter Blattfläche.

Zu den verschiedenblätterigen Pflanzen gehören auch die meisten derjenigen, von welchen im folgenden Paragraph eigenthümliche Blattformen angegeben sind; denn die letzteren sind meist nicht die einzige Form, in der das Blatt an diesen Pflanzen auftritt. So sind z. B. bei *Lathyrus aphaca*, wo das Blatt nur als Ranke erscheint, die ersten Blätter der Keimpflanze mit einem Paar Fiederblättchen versehen; so hat ferner *Berberis* außer den unten beschriebenen Dornblättern auch gewöhnliche Blätter; ebenso zeigen die *Acacia*-Arten, bei denen Phyllodien (Fig. 159.) vorkommen, zugleich auch gefiederte Blätter von gewöhnlicher Beschaffenheit.

§. 94. B. **Eigenthümliche Blattformen.** Ebenso wie der Stengel in gewissen Fällen eine eigenthümliche Metamorphose erleidet, die ihn zu bestimmten Lebenszwecken geeignet macht (§. 69.), so auch das Blatt, und es kehren sogar einige jener Formen in ganz gleicher Weise auch hier wieder. Wir unterscheiden:

1) Die **Ranke** (cirrhus). Während manche Ranken metamorphosirte Stengelorgane sind (§. 76), haben andere den Charakter von Blättern oder Blatttheilen. So besonders bei vielen Papilionaceen, wo gefiederte Blätter an der Spitze in eine einfache oder verzweigte Ranke endigen, wie bei den Erbsen und Wicken (Fig. 218.). Wenn an der Spindel eines solchen Blattes alle Blättchen verschwinden, so ist das ganze Blatt in eine Ranke metamorphosirt, wie bei *Lathyrus aphaca* (Fig. 219.), wo nur die beiden Nebenblätter blattförmige Organe darstellen. Umgekehrt können die Nebenblätter allein in Ranken metamorphosirt sein, während das Hauptblatt von gewöhnlicher blattartiger Form ist, z. B. bei *Smilax* (Fig. 220.). Auch functionirt an manchen Blättern von der gewöhnlichen Form der Blattstiel als Ranke insofern, als er um andere Gegenstände sich zu winden vermag, wie z. B. bei *Tropaeolum* und wie die Blattstielchen der zusammengesetzten Blätter von *Clematis*. Die Ranke der Cucurbitaceen ist ihrem morphologischen Charakter nach schwer zu deuten und bald als Zweig, bald als Blatt erklärt worden. Wir finden hier in der Achsel des Laubblattes dreierlei Organe (Fig. 221.); erstens den Blütenstiel, welcher eine Blüte oder einen Blütenstand trägt, zweitens einen vegetativen Sproß, welcher die Verzweigung des Stengels bedingt, bisweilen aber auch die Form eines zweiten Blütenstandes annimmt, drittens die Ranke. Letztere ist entweder einfach oder theilt sich in mehrere Arme, welche dann die eigentlichen rankenden Theile sind. Da man nun Bildungsabweichungen gefunden hat, bei denen die Zweige der Ranke blattartige Form angenommen hatten, so ist die Deutung gerechtfertigt, wonach die Cucurbitaceenranke, wenn sie verzweigt ist, einen rankenförmig metamorphosirte Blätter tragenden Sproß darstellt oder, wenn sie einfach ist, nur das erste rankenförmige Blatt dieses Sprosses ist.

2) Der **Dorn** (spina). Auch dieser entsteht sowohl durch Metamorphose des Stengels (§. 77.) als auch des Blattes. So kann er als umgewandeltes ganzes Blatt auftreten, z. B. bei der Berberitze. Hier lassen sich an einem und demselben

§. 94.

Fig. 218.
Blattranke von der Erbse (*Pisum sativum*).
Ein Stück des Stengels mit dem achselständigen Blütenstiele und einem Blatte. Dieses hat zwei sehr große Nebenblätter, zwei Paar Fiederblättchen und endigt in eine Ranke. Diese ist verzweigt, indem einige Paare Fiederblättchen rankenförmig metamorphosirt sind.

Fig. 219.
Blattranke von *Lathyrus aphaca*.
Ein Stengelstück mit zwei Blättern. Jedes hat zwei große blattartige Nebenblätter und ist selbst gänzlich in eine einfache, nicht verzweigte Ranke verwandelt, indem alle Fiederblättchen verschwunden sind.

Fig. 220.
Nebenblattranken von *Smilax aspera*.
Stengelstück mit dem unteren Theile eines Blattes, an dessen Stiel zwei rankenförmige Nebenblätter stehen.

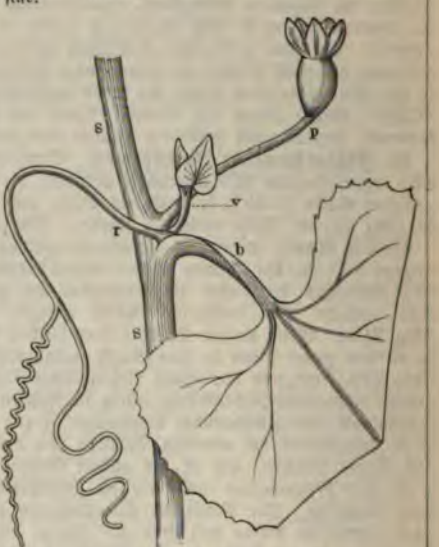


Fig. 221. **Ranke des Kürbis.**
Ein Stengelstück (s) mit einem Blatt (b), in dessen Achsel sich befindet: 1) der Blütenstiel (p), 2) ein vegetativer Sproß (v), 3) die Ranke (r).

Stengel Uebergänge in der allmählichen Umwandlung der gewöhnlichen blattförmigen Blätter in Dornen auffinden (Fig. 222.). Letztere sind hier dreitheilig: der mittelste Theil entspricht der Blattspitze, jeder seitliche einem Blattzahne, die Blattfläche zieht sich soweit zusammen, daß nur die drei dornenförmigen Theile übrig bleiben. An einem gewöhnlichen, blattförmigen Blatte können auch nur einzelne Theile dornenförmig sein, wie die großen dornigen Blattzähne bei den Disteln (*Cirsium*, *Carduus* ꝛc.). Auch Nebenblätter können in einen Dorn umgewandelt

§. 94.

Fig. 222.

Blattdornen von *Berberis vulgaris*. Ein Stengelstück mit vier aufeinanderfolgenden Blättern, welche in ihrer Achsel einen jungen Sproß haben. Das Blatt a ist eines von der gewöhnlichen Form; b zeigt den Uebergang in den dreitheiligen Dorn, indem die Blattfläche sich mehr zusammengezogen hat und die Blattspitze und zwei seitliche Blattzähne dornig geworden sind; c und d die eigentlichen dreitheiligen Blattdornen.

Fig. 223.
Nebenblattdornen von *Robinia pseudacacia*.

sein, während das Hauptblatt seine gewöhnliche Beschaffenheit behält; so z. B. bei der Robinie, an deren kräftigen Trieben jedes Blatt an seinem Grunde neben sich zwei Dornen stehen hat, die die Stelle der Nebenblätter vertreten (Fig. 223.).

3) Die **Blasen** (ampullae) von *Utricularia*. Diese Wasserpflanzen haben an den linealischen Abschnitten ihrer vielfach zertheilten Blätter eigenthümliche blasenförmige Organe (Fig. 224.). An diesen befindet sich an der einen Seite eine mit Haaren versehene Mündung, durch eine Art Gaumen verschlossen, welcher kleinen Wasserthieren den Eintritt von außen in das Innere der Blase gestattet, indem er nach dieser Richtung hin leicht zurückweicht, aber den Ausgang verhindert, weil er von innen aus wie ein Ventil die Mündung verschließt (vgl. die Figurenerklärung). Die Thiere werden daher in der Blase gefangen und sterben hier. Man hat deßhalb diese Organe als Fallen für Thiere erklärt und die Vermuthung gehegt, daß die gefangenen Thiere zur Ernährung dieser Pflanzen dienen, was jedoch nicht bewiesen ist. Morphologisch sind die blasentragenden Organe von *Utricularia* bisher gewöhnlich für Blätter gehalten worden; Pringsheim betrachtet sie als verzweigte Sprosse mit zweireihig stehenden kleinen Blattorganen und hält daher auch die Blase für einen metamorphosirten Sproß mit zwei seitlichen Blättern (vgl. die Figurenerklärung).

4) Der **Blattschlauch** (ascidium, Fig. 225.), bei dem Kannenstrauche (*Nepenthes*) eine schlauchförmige Bildung, die an der Spitze eines rankenförmigen Theiles sitzt, welcher die Fortsetzung des eigentlichen Blattes ist. Der Schlauch ist an seinem Ende abgestutzt und offen und hat daselbst eine Art Deckel. Auf der Innenseite der Mündung des Schlauches wird eine wässerige Flüssigkeit secernirt, welche in demselben sich ansammelt und ihn theilweise erfüllt. Die Innenwand hat eine spaltöffnungslose Epidermis, während die Außenfläche des Schlauches Spaltöffnungen besitzt. Die Mündung des Schlauches wird von einem verdickten Wulst gebildet. Dieser besteht aus einer ringsum gehenden Reihe vieler kleiner, von außen nach innen gerichteter Halbringe. Das nach innen gekehrte Bogenstück jedes Ringes trägt eine eigenthümliche kleine Oeffnung, die Ausmündung einer Drüse. Letztere befindet sich im Innern jedes Halbringes, als ein Haufen kleiner secernirender Zellen, die das wässerige Secret an den Hohlraum der Drüse abgeben,

§. 94.

Fig. 224.

Blaſen von Utricularia vulgaris.

A Stück eines Blattes, y ein verzweigter Abſchnitt desſelben, x eine Blaſe. 20fach vergrößert. B eine Blaſe der Länge nach durchſchnitten, k der Stiel, g die bauchige Wand derſelben, welche auf der Innenſeite mehrarmige Haare trägt. Zwiſchen a und b die Mündung, welche an der Ober- und Unterlippe Borſtenhaare (a u. i) trägt und zunächſt in eine Art Mundhöhle führt, welche mit kürzeren Köpfchenhaaren beſetzt iſt. bc eine Art ſtarker Kinnlade, welche den unteren Theil der Mundhöhle begrenzt; bc der durchſchnittene vordere Theil, cb der an der Hinterwand der Blaſe angewachſene Theil, f der am oberen Theile der Mundhöhle angewachſene Gaumen, durchſchnitten; er trägt nach außen gerichtete Borſten h. In der Blaſenhöhle ſieht man einen gefangenen Cyclops. 12fach vergrößert. Nach Cohn. C Junger Entwickelungszuſtand einer Blaſe, die nach Pringsheim's Auffaſſung eine Metamorphoſe eines Sproſſes ſammt deſſen Blättern iſt, im Längsſchnitt. p der eingekrümmte Vegetationspunkt, der zum oberen Theil der Blaſe wird, b Blattanlage an der einen Seite, die Seitenwand der Blaſe bildend, s ſecundärer Vegetationspunkt des Sproſſes, welcher zum untern Theil der Blaſe wird. 220fach vergrößert. Nach Pringsheim.

welcher mit den eben genannten Ausmündungsſtellen in Verbindung ſteht. Man hat früher gewöhnlich den Deckel des Schlauches für die eigentliche Blattfläche, den Schlauch für das umgebildete Ende des rankenförmigen Blattſtieles und den blattförmigen Theil für eine Verbreiterung des Blattſtieles gehalten. Die Entwickelungsgeſchichte hat aber gelehrt, daß der Schlauch und ſein Deckel in einer Weiſe entſtehen, die hiermit nicht im Einklange iſt. Dieſes Organ iſt nämlich anfangs ein kleiner maſſiver Theil an der Spitze des Blattes. Die Höhlung des Schlauches entſteht dadurch, daß das Markparenchym eine Spalte (Intercellularraum) bekommt, die ſich unter Verſchwinden des Markes immer mehr erweitert und ſich mit einer neugebildeten Epidermis auskleidet. Anfangs iſt die Wand dieſes Hohlraumes vollſtändig geſchloſſen, der obere Theil derſelben wird zum Deckel dadurch, daß zuerſt an der Vorderſeite eine Vertiefung ſich bildet, welche endlich bis zur Trennung fortſchreitet (Fig. 225, B), wodurch ſich der Deckel bis an ſeinen hinteren, angewachſen bleibenden Rand abhebt. Da durch die ſchwach ſüßliche Flüſſigkeit, welche in dem Schlauche ſich ſammelt, Inſekten angelockt werden und maſſenhaft in

Fig. 225.

Etwas verkleinertes Blatt des **ceylonischen Kannenstrauches** (*Nepenthes destillatoria*).

A Vollständig ausgebildetes Blatt, a die Blattfläche, b die Ranke, c der **Blattschlauch**, y der Deckel, bei x an der Mündung des Schlauches befestigt. B Durchschnitt des zum Schlauch werdenden Theiles eines jungen Blattes; c die Wand des Schlauches, der durch Hohlwerden des Inneren entstanden ist; xy der zum Deckel werdende Obertheil, bei y entsteht die Oeffnung des Deckels durch Zerreißen des Gewebes. Nach Schacht.

derselben ertrinken, so hat man auch in diesen Organen, ähnlich wie in den Blasen von *Utricularia*, Thierfallen vermuthet. Aehnliche Blattschläuche mit secernirtem flüssigen Inhalt finden sich auch bei *Sarracenia* und *Cephalotus*.

C. Die Wurzel (radix, §. 65.).

Die Wurzel ist wie der Stengel ein Axenorgan, da sie an ihrer Spitze unbegrenzt in die Länge wächst. Der an der Spitze liegende jüngste Theil wird auch hier der Vegetationspunkt genannt; derselbe ist aber nicht wie beim Stengel nackt, sondern ausnahmslos von einer kappenförmigen, häutigen Hülle bedeckt, der **Wurzelhaube** oder **Wurzelmütze** (Fig. 226.); deshalb bildet der Vegetationspunkt hier auch keine Blattanlagen, die Wurzel ist ausnahmslos ohne Blätter. Für die meisten Wurzeln ist es auch charakteristisch, daß ihr Wachsthum eine abwärts gehende Richtung verfolgt, daß sie innerhalb der Unterlage sich entwickeln und daß sie die Bestimmung haben, die flüssige Pflanzennahrung aufzusaugen; doch sind dies keine ausnahmslos zutreffenden Merkmale. §. 95.

Die Wurzelhaube ist mit dem Vegetationspunkte der Wurzel fest verwachsen und erhält auch von diesem aus ihren Zuwachs (Fig. 226.). Das Meristem des Wurzelvegetationspunktes erzeugt daher nach allen Richtungen hin Zellen. Die Gliederung desselben in Meristemgruppen, von denen die einzelnen Gewebe der Wurzel abstammen, ist in ihren verschiedenen Arten in §. 51, II. dargestellt worden. Indem die Wurzelhaube an ihrer inneren Seite vom Vegetationspunkte aus neue Zellen erhält, wird sie immerfort regenerirt, indem die äußeren Zellenschichten derselben oft abgestoßen

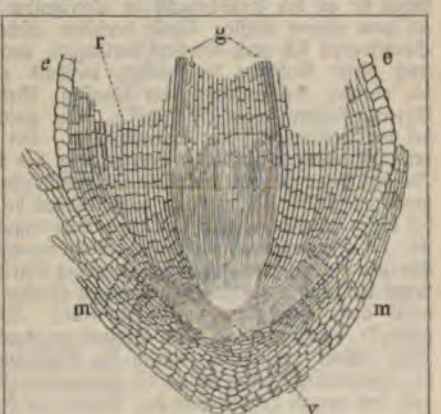


Fig. 226.

Wurzelspitze von *Phragmites communis*, der Länge nach durchschnitten; v der Vegetationspunkt, m die mit dem letzteren verwachsene Wurzelmütze, e Epidermis, r Rinde, g Gefäßbündel der Wurzel; 120fach vergrößert.

§. 95. werden oder sich auflösen, was dadurch geschieht, daß die Membranen dieser Zellen gallertartig aufquellen. Bei den Wasserlinsen persistirt die große Wurzelhaube während der ganzen Lebensdauer der Wurzel. Unmittelbar hinter der Wurzelspitze, wo das Meristem in Dauergewebe übergeht, beginnt die Region des intercalaren Längenwachsthums, in welcher durch Streckung der Zellen eine Verlängerung der Wurzel erfolgt. Diese Region reicht meist nur wenige Millimeter weit zurück; noch weiter von der Wurzelspitze entfernt findet gar keine Dehnung des Wurzelkörpers mehr statt; derselbe wächst also nur in der Nähe seiner Spitze. Meist beginnt ungefähr da, wo die Region des intercalaren Wachsthums in den keiner Streckung mehr fähigen Theil übergeht, die Bildung der **Wurzelhaare**, mit denen der letztere bei den meisten Pflanzen bekleidet ist. Dies sind allgemein einzellige schlauchförmige Haare, welche aus den Epidermiszellen entspringen und meist rechtwinkelig von der Wurzel abstehen. Der mit Wurzelhaaren bekleidete Theil ist hauptsächlich der bei der Auffaugung der Nahrung thätige.

Eine Wurzel ist bei den Phanerogamen bereits an den Keimpflanzen vorhanden. Sie bildet zusammen mit dem Stengel des Keimlinges die Axe desselben (S. 152), indem ihre Längslinie mit der jenes zusammenfällt und ihre Wachsthumsrichtung derjenigen des Stengels genau entgegengesetzt ist. Diese Wurzel entwickelt sich, besonders bei den Dikotyledonen, entweder nur anfangs oder zeitlebens am kräftigsten unter Beibehaltung mehr oder weniger vertical abwärts gehender Richtung. Dieselbe heißt die **Hauptwurzel** oder **Pfahlwurzel** (radix primaria oder palaria, Fig. 227.). Sie setzt sich rückwärts meist continuirlich in die Stengelaxe (das hypokotyle Glied, vgl. Fig. 113.) fort. Bei den Gräsern, *Allium*-Arten ꝛc. entsteht aber die Hauptwurzel so tief im Innern der Keimlingsaxe, daß sie nach ihrem Hervorwachsen von dem gesprengten Rande der sie bedeckenden Gewebeschicht manschettenartig umgeben ist; diesen Theil nennt man die Wurzelscheide (coleorrhiza).

Verzweigung der Hauptwurzel. Aus den meisten Hauptwurzeln entspringen Zweige, welche ebenfalls den Charakter von Wurzeln haben, und auch diese können sich wieder in dieser Form verzweigen u. s. f. Alle Wurzelzweige heißen **Seitenwurzeln** (radicellae, Fig. 227.) und können genauer unterschieden werden als Seitenwurzeln erster Ordnung, zweiter Ordnung ꝛc. je nachdem sie aus der Hauptwurzel, aus Seitenwurzeln erster Ordnung ꝛc. entspringen. Im allgemeinen entstehen sie an der Hauptwurzel in absteigender Aufeinanderfolge, indem die ersten an dem oberen ältesten Theile derselben erscheinen, und in dem Maße als die Hauptwurzel sich nach abwärts verlängert, auch die Bildung neuer Seitenwurzeln nach dieser Richtung fortschreitet, weßhalb an einer erwachsenen Hauptwurzel die obersten Seitenwurzeln die längsten, ältesten sind, und nach unten immer kürzere, jüngere folgen (Fig. 227.). Die gleiche Succession beobachten wir auch bei der Verzweigung der Seitenwurzeln. Bei vielen Dikotyledonen, besonders bei den Holzpflanzen, geht die Verzweigung der Wurzeln in sehr hohe Grade fort. In der Regel nehmen dann die Seitenwurzeln mit jedem höheren Verzweigungsgrade an Stärke ab, was am auffallendsten bei den Holzpflanzen hervortritt, weil bei diesen die Hauptwurzel und deren Verzweigung ebenso vieljährige Dauer haben, wie der Baumstamm und dessen Verzweigungen und weil daher hier auch die Wurzeln ein mit den Jahren zunehmendes Dickenwachsthum zeigen wie jener. Man nennt die feinsten Verzweigungen letzten Grades der Seitenwurzeln in diesem Falle wohl auch Faserwurzeln (fibrillae). Wenn die Hauptwurzel allezeit die kräftigste bleibt und an allen Verzweigungsgraden eine stufenweise Abnahme der Dicke besteht und wenn zugleich die Seitenwurzeln von der verticalen Richtung der Hauptwurzel durch schiefe bis horizontale Richtung abweichen, so bleibt während der ganzen Lebensdauer der Pflanze die Hauptwurzel kenntlich und von allen Seitenwurzeln unterscheidbar. Bei manchen Pflanzen besteht dieses Verhältniß in der That; so besonders bei den meisten Papilionaceen, Umbelliferen, Cruciferen, vielen Compositen, Polygoneen, Chenopodiaceen ꝛc., wo sogar bisweilen die Pfahlwurzel rübenförmig dick wird (Möhre, Erdrübe, Runkelrübe). Oft aber nimmt eine oder mehrere Seitenwurzeln erster Ordnung leicht die Stärke der Hauptwurzel und auch mehr oder weniger deren senkrechte Richtung an; oder die Hauptwurzel

kann sogar durch Seitenwurzeln an Stärke und an Länge übertroffen werden, §. 95.
wobei die letzteren nicht immer auch senkrechte Richtung annehmen, sondern mehr in schiefer bis wagerechter Richtung sich entwickeln. Letzteres Verhältniß ist besonders bei den meisten Bäumen zu finden, die wir als tief- und flachwurzelige unterscheiden können, je nachdem mehr die abwärtsgehende Hauptwurzel oder mehr die seitlich ausstreichenden Seitenwurzeln gefördert sind. Zu den ersteren gehören z. B. die Eiche, die Tanne, zu den letzteren die Fichte, die Pappel und andere.

Die Entstehung der Wurzelzweige ist von der Verzweigung des Stengels wesentlich verschieden. Die Seitenwurzeln entstehen niemals am Vegetationspunkte der Hauptwurzel, sondern weit rückwärts von ihm, und zwar ausnahmslos als endogene Bildungen, d. h. im Inneren des Wurzelkörpers, an der Außenseite der Fibrovasalstränge desselben, so daß sie bei ihrem Hervorwachsen die Rinde der Hauptwurzel spaltenförmig durchbrechen. Das Gleiche ist auch bei allen Verzweigungen der Seitenwurzeln der Fall. Die Anlage des Vegetationspunktes einer entstehenden Seitenwurzel geschieht im Pericambium der Mutterwurzel (S. 120) dadurch, daß mehrere Pericambiumzellen sich durch tangentiale Wände theilen; dadurch wird an dieser Stelle das Pericambium zuerst zweischichtig, dann entwickelt sich ein Zellgewebshöcker daraus, welcher das Urmeristem der jungen Wurzel, den Vegetationspunkt derselben darstellt. Da die Anlagen der Seitenwurzeln sich in der Regel vor den Fibrovasalsträngen bilden und letztere in bestimmter Zahl und Stellung in der Wurzel vorhanden sind, so haben die Seitenwurzeln auch meist eine regelmäßige Stellung in zwei, drei oder vier Längszeilen (Fig. 227.).

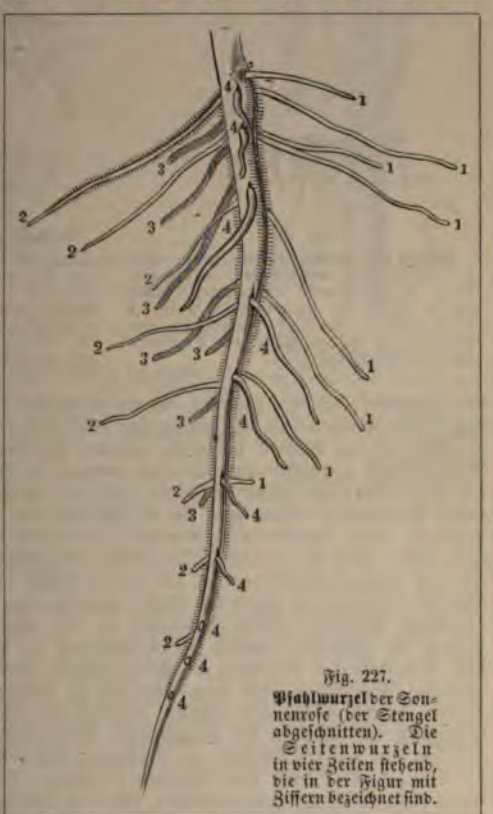


Fig. 227.
Pfahlwurzel der Sonnenrose (der Stengel abgeschnitten). Die Seitenwurzeln in vier Zeilen stehend, die in der Figur mit Ziffern bezeichnet sind.

Nebenwurzeln oder **Adventivwurzeln** heißen alle diejenigen Wurzeln, welche nicht aus Wurzeln, sondern aus anderen Pflanzentheilen entspringen. Zunächst giebt es sehr viele Pflanzen, bei welchen die Hauptwurzel am Keimlinge zwar vorhanden ist und wohl auch bei der Keimung ein gewisses Wachsthum zeigt, aber bald seine Entwickelung einstellt, während dafür aus dem unteren Theile des Stengels Nebenwurzeln sich entwickeln. Bei den Monokotyledonen ist das die gewöhnliche Regel. So entspringen bei den Gramineen, statt der sich nicht ausbildenden Hauptwurzel, aus dem untersten Knoten des Stengels oder aus mehreren untersten Stengelknoten, soweit dieselben sich im Boden befinden, zahlreiche meist fadenförmige und einfache Nebenwurzeln (Fig. 229). Auf dieselbe Weise kommt die eigenthümliche Bewurzelung

§. 95.

Fig. 228.

Zwiebel der Küchenzwiebel (*Allium cēpa*) der Länge nach durchschnitten. s der verkürzte scheibenförmige Stengeltheil, dessen untere Fläche die Zwiebelscheibe s ist, in deren Umfang die Nebenwurzeln entspringen. t in der Mitte die Terminalknospe der Zwiebel.

Fig. 229.

Büschel- oder Faserwurzeln der Gerste.

Der aus dem Korne s aufgekeimte Halm c setzt sich nicht in eine Hauptwurzel nach rückwärts fort, sondern treibt daselbst ein Büschel von Nebenwurzeln, und an den nächsten Knoten, die nahe an der Erdoberfläche sich befinden und die untersten Blätter tragen, abermals eine Büschelwurzel.

der Zwiebeln (§. 74.) zustande, indem ringsum das untere Stengelende, die sogenannte Zwiebelscheibe, ein Kranz von Nebenwurzeln steht (Fig. 228.). Selbst der Stamm der Palmen ist gleich anderen Monokotyledonenstämmen, nur durch Nebenwurzeln befestigt, welche aus den unteren im Boden befindlichen Knoten entspringen. Bei allen solchen Pflanzen pflegt die übliche Terminologie, da sie von keiner Hauptwurzel reden kann, die Gesammtheit der Wurzeln als eine Büschelwurzel (radix fasciculāta) oder Faserwurzel (radix fibrōsa) zu bezeichnen (Fig. 229.). Auch bei manchen Dikotyledonen, besonders bei denjenigen, die ein schiefes oder horizontales Rhizom (§. 72.) haben, schlägt die Hauptwurzel bald nach der Keimung fehl, und es bilden sich lauter Nebenwurzeln am Rhizom. Ebenso haben diejenigen Pflanzen, welche Ausläufer (§. 71.) oder kriechende Stengel (§. 72.) besitzen, die Fähigkeit, daselbst Adventivwurzeln zu bilden. Ueberhaupt sind sehr viele Kräuterstengel imstande, an ihren unteren Theilen, wenn diese dem Boden oder der Feuchtigkeit nahe sind, Wurzeln zu schlagen. Endlich können auch an älteren, besonders holzigen Theilen, nämlich an alten Baumwurzeln, sowie an Stämmen und Zweigen der Holzpflanzen, Adventivwurzeln entstehen, zumal wenn dieselben mit feuchten Körpern in Berührung sich befinden. Die Adventivwurzeln der Stengel haben meist eine bestimmte Stellung. Die Büschelwurzeln der Monokotyledonen entspringen, wie erwähnt, alle nur aus den Knoten (Fig. 229.). Auch bei Rhizomen mit gestreckten Internodien, bei Ausläufern und bei kriechenden Stengeln mit gestreckten Internodien kommen die Adventivwurzeln oft nur aus den Knoten, und zwar an der unteren Seite des Stengels. Selten entspringen sie in den Blattachseln, so bei *Pyrōla*, *Dentaria*, *Sedum*, *Campanula*-Arten, *Cardamine amāra*. Bei Pflanzen mit gegen- oder quirlständiger Blattstellung stehen die Nebenwurzeln oft in den Zwischenräumen zwischen je zwei Blättern. So kreuzen sich z. B. bei *Circaea*, welche gegenständige Blätter hat, mit den vier Blattzeilen vier Zeilen von Nebenwurzeln, welche genau in die Mitte der Zwischenräume je zwei benachbarter Blattzeilen fallen. Bei *Sagina* mit ebenfalls opponirten Blättern entstehen am Knoten im Kreuz mit den beiden Blättern an jeder Seite je zwei nebeneinander stehende Adventivwurzeln; oft ist es nur die eine der beiden Seiten, nämlich die nach unten gekehrte des kriechenden Stengels, welche diese beiden Wurzeln treibt (Fig. 230.). *Galium palūstre*, dessen vierblättriger Quirl aus Haupt- und Nebenblättern besteht (§. 83.), hat Nebenwurzeln dicht unterhalb des

§. 95.

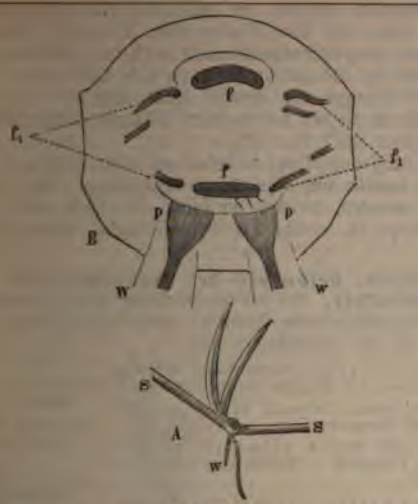


Fig. 230.

Regelmäßige Stellung der Adventivwurzeln bei *Sagina procumbens*. A Stück eines Stengels s s mit zwei gegenständigen Blättern; je zwei Adventivwurzeln w entspringen am Knoten genau im Zwischenraume der beiden Blätter an der nach abwärts gekehrten Seite des Stengels. B Durchschnitt durch dieselbe Stelle des Stengelknotens; $f_1 f_1$ die nach den beiden gegenständigen (hier abgeschnittenen) Blättern gehenden Fibrovasalstränge; f f der im Stengel verbleibende Theil des Gefäßbündelringes, w w die beiden Adventivwurzeln, welche in der Mitte zwischen den beiden Blättern stehen, und deren Fibrovasalstränge p p an der Außenseite des Phloëms des Gefäßbündelringes entspringen, wo einzelne Holzstränge die Holzbündel p mit dem Xylem in Verbindung setzen. Vergrößert.

Fig. 231.

Regelmäßige Stellung der Adventivwurzeln bei *Galium palustre*. Stück des Stengels mit einem Quirl von 4 Blättern, unterhalb dessen in ebenfalls vier Reihen, genau alternirend mit den Blättern die Adventivwurzeln stehen. Schwach vergrößert.

Knotens und zwar in vier (freilich nicht immer vollzählig ausgebildeten) Zeilen, welche gerade in die Zwischenräume der vier Blätter fallen (Fig. 231.). An Rhizomen mit verkürzten Internodien ist der Ursprung der Adventivwurzeln aus den Knoten minder deutlich; hier ist es oft vorwiegend oder allein die ganze Unterseite des Rhizoms, welche damit besetzt ist (vgl. Fig. 123, 131.). Wenn an holzigen älteren Theilen der Bäume Nebenwurzeln entspringen, so ist meist keine gesetzmäßige Stellung aufzufinden; am meisten sind hier die Ränder von Wundstellen, besonders die Ueberwallungswülste zur Bildung von Adventivwurzeln geneigt; selbst im Innern hohler Bäume können dergleichen entstehen.

Auch die Nebenwurzeln werden im Inneren der Stengel angelegt und brechen aus denselben hervor, wie die Seitenwurzeln aus der Hauptwurzel. Und auch hier steht der Ort ihrer Anlage in Beziehung zur Lage der Gefäßbündel, indem sie entweder in der Cambiumschicht oder an der Außenseite des Phloëms oder zwischen je zwei Gefäßbündeln angelegt werden. Damit im Zusammenhange steht die oben erwähnte gesetzmäßige Stellung, die sie vielfach am Stengel einnehmen, indem sie, wenn sie an den Knoten abwechselnd mit den Blättern stehen, vor denjenigen Gefäßbündeln entspringen, welche zwischen den austretenden Blattspuren verlaufen (Fig. 230.).

Nebenwurzeln kommen in seltenen Fällen auch an Blättern vor, besonders wenn dieselben als Stecklinge behandelt werden und Adventivknospen gebildet haben (S. 157).

An Wurzeln können in der Regel höchstens gleichnamige Organe entstehen. Daß Blätter an keiner Wurzel gebildet werden, wurde schon oben hervorgehoben. Aber in seltenen Fällen kann eine Wurzel an ihrer Spitze den Charakter eines Stengels

annehmen. So entwickeln bisweilen einzelne der zahlreichen Büschelwurzeln am Rhizom von *Neottia nidus avis* aus ihrer Spitze neue Pflänzchen, indem die Wurzelhaube sich abblättert, der Vegetationspunkt nackt wird und Blätter zu entwickeln beginnt, wobei zugleich die Wachsthumsrichtung sich nach oben wendet. Aehnliche Uebergänge zwischen Stengel und Wurzel kennt man bei den Gefäßkryptogamen (s. unten). Zweitens werden bei manchen Pflanzen Adventivknospen an der Seite der Wurzeln gebildet (☞ S. 157).

Einige Phanerogamen sind völlig wurzellos; so besonders mehrere chlorophyllose Orchideen, wie *Corallorhiza innata* und *Epipogum aphyllum*. Hier sind die Wurzeln durch das Rhizom vertreten, welches an seiner Oberfläche mit Haaren, ähnlich den Wurzelhaaren, besetzt ist, welche die Bodenflüssigkeit einsaugen (vgl. Fig. 129.).

§. 96. **Bezeichnung der Wurzeln, besonders der Hauptwurzeln, nach ihrer Form und Beschaffenheit.** Bei der gewöhnlichen Bildung der Wurzeln, also mit Ausschluß der eigenthümlichen Formen, welche die Wurzel in gewissen Fällen annimmt (☞ §. 97.) unterscheiden wir:

- Nach der Form
  - im Verhältniß zur Länge sehr dünn, einem Faden vergleichbar, die gewöhnlichste Form der Wurzeln (radix filiformis). — **fädlich** oder **fadenförmig.**
  - im Verhältniß zur Länge dick.
    - Querschnitte kreisrund, überall gleich (r. cylindrica, wie bei Meerrettig). — **cylindrisch, walzenförmig** od. **walzig.**
    - Q. kreisrund, nach unten allmählig kleiner. Längsschnitte lanzettlich (r. fusiformis, wie bei der gelben Möhre). — **möhren-** oder **spindelförmig.**
    - Q. kreisrund, nach unten plötzlich kleiner (r. napiformis, wie bei Steckrüben und Radieschen). — **rübenförmig.**
- Nach der Verzweigung
  - nicht verzweigt (r. simplex, wie die meisten Nebenwurzeln). — **einfach.**
  - nach unten in Aeste (Seitenwurzeln) getheilt (r. ramosa, wie namentlich bei Laubbäumen und vielen Kräutern). — **ästig.**
- Nach der Festigkeit (Consistenz)
  - von fester, holziger Beschaffenheit (r. lignosa, wie bei allen Holzpflanzen). — **holzig.**
  - von weicher Beschaffenheit (r. carnosa, wie bei der Mohrrübe). — **fleischig.**

§. 97. **Metamorphose der Wurzeln.** Die Wurzeln dienen verhältnißmäßig selten anderen Lebenszwecken als der Aufsaugung flüssiger Nahrung aus dem Boden oder aus dem Wasser, und dementsprechend unterliegen sie auch nur selten einer Metamorphose (S. 150). Derartige Fälle lassen sich folgende unterscheiden.

1) **Luftwurzeln,** d. s. Adventivwurzeln, welche sich an oberirdischen Stammtheilen bilden und für gewöhnlich nicht mit dem Boden in Berührung kommen, sondern mehr oder weniger frei in der Luft sich befinden. Sie zeigen im Ganzen noch die geringste Abweichung von den gewöhnlichen Wurzeln. Bei den in den tropischen Urwäldern an Baumstämmen wachsenden Orchideen und Aroideen kommen sie sehr verbreitet vor und hängen hier oft frei in der feuchten Luft herunter, haben aber meist die Neigung sich an benachbarte Körper anzupressen. Sie sind ganz von einer lufthaltigen, daher weiß erscheinenden Wurzelhülle umgeben, welche von einer mehrschichtigen Epidermis (S. 103) gebildet ist, deren Zellen lufthaltig sind und meist spiralige Wandverdickung zeigen. Auch viele kletternde Pflanzen bilden an der Luft Adventivwurzeln; so besonders der Epheu, *Piper* u. a. Hier haben die Luftwurzeln die Neigung, sich in viele kurze, nahe beisammenstehende Zweige zu zertheilen und mit diesen sich an benachbarten Körpern, wie Baumrinden, Steinen ꝛc., an denen die Pflanze emporklimmt, platt anzudrücken und sogar in Vertiefungen derselben einzusenken, so daß durch sie die Pflanze daselbst befestigt wird, allerdings zu gleicher Zeit auch Nahrung aufsaugt. Man nennt diese Wurzeln deshalb auch Klammerwurzeln. An den grünen Zweigen des Bittersüß und des Bocksdorn sind Nebenwurzeln wenigstens angelegt, sie entwickeln sich aber erst, wenn die Zweige ins Wasser kommen. — Das großartigste Beispiel von Luftwurzeln bieten die südamerikanischen Mangrovebäume (*Rhizophora mangle*), aus deren Aesten sich Luftwurzeln vertical in das Wasser herabsenken und als Stützwurzeln dienen, welche die Last der Zweige tragen müssen.

2) **Schwimmwurzeln** bei den *Jussiaea*-Arten, wo manche Adventivwurzeln §. 97.
diese Bildung dadurch annehmen, daß die Zellen des gesammten Parenchyms durch ein eigenthümliches Wachsthum große Intercellulargänge bilden (S. 89), welche mit Luft gefüllt sind, wodurch der ganze Wurzelkörper so leicht wird, daß er und mit ihm die Pflanze auf dem Wasser getragen werden.

3) **Wurzelknollen.** Durch Erstarkung ihrer Rinde können die Wurzeln an Umfang zunehmen, Hauptwurzeln die rübenförmige oder spindelförmige Gestalt (§. 96.) annehmen, auch Nebenwurzeln spindelförmig anschwellen, wie z. B. bei *Spiraea filipendula*, *Ficaria ranunculoides*, *Hemerocallis* ꝛc. Ein noch höherer Grad ist die knollige Verdickung, bei welcher Nebenwurzeln zu einem ungefähr runden Körper anschwellen und dann so wie manche unterirdische Stengelorgane (§. 73.) eine **Knolle** (tuber) bilden. Solche Wurzelknollen fungiren dann als Behälter von Reservenährstoffen. Die Verdickung kommt auf Rechnung des Rindeparenchyms, und in den vermehrten Zellen des letzteren ist dann meist Stärkemehl in reichlicher Menge abgelagert, welches beim Wiedererwachen der Vegetation dazu verwendet wird, um diejenige Knospe, mit welcher die Wurzelknolle in Verbindung steht, zur Entwickelung zu bringen. Bei den Orchideen finden sich solche

Fig. 232.

Rundliche Doppelknolle des gemeinen Knabenkrauts (*Orchis morio*) nebst einigen fädlichen Nebenwurzeln, alle am unteren Stengelende.

a Die ältere Knolle mit dem abgeschnittenen Stengel der blühenden Pflanze.

b Die jüngere Knolle, oben mit der Knospe der nächstjährigen Pflanze.

Fig. 233.

Handförmig-getheilte Doppelknolle vom gefleckten Knabenkraute (*Orchis maculata*), wie in Fig. 232.

a Alte und b junge Knolle.

Wurzelknollen bei *Orchis* und verwandten Gattungen. Sie stellen hier das Ueberwinterungsorgan der Pflanze dar. Im Frühlinge, wo diese Pflanzen vollständig entwickelt sind und blühen, haben sie noch die überwinterte Knolle des Vorjahres, aber auch bereits die neu entstandene, welche für den folgenden Winter bestimmt ist; daher finden sich hier immer Doppelknollen. Die Form derselben ist bei manchen Arten rundlich (Fig. 232.), bei anderen handförmig (Fig. 233.). Im Frühlinge ist anfangs, wenn eben erst der Stengel über die Erde getrieben wird, nur die alte Knolle des Vorjahres vorhanden. Aber dann bildet sich sehr bald in der Achsel eines der untersten Blätter eine Knospe und gleichzeitig an der Basis derselben eine Nebenwurzel. Während die übrigen, an der Basis des Stengels entstehenden Nebenwurzeln fadenförmig werden, wächst diese rasch an der Seite der Stengelbasis neben der alten Knolle hervor, schwillt an und wird zur neuen Knolle (Fig. 234.), welche bald die Größe der ersteren erreicht und nun mit ihr zugleich vorhanden ist. Aber von nun an wird die alte Knolle allmählich entleert, schrumpft zusammen und vergeht, und wenn der oberirdische Stengel abstirbt, bleibt nur jene Knospe mit ihrer Wurzelknolle übrig; aus der Knospe erwächst im nächsten Frühjahre der neue oberirdische blühende Stengel. — Bei *Ficaria ranunculoides* bildet sich in der Achsel der grünen Blätter des Stengels ein kleines Knöspchen und an dessen Seite eine Adventivwurzel, welche sich zu einer bis weizenkorngroßen Wurzelknolle

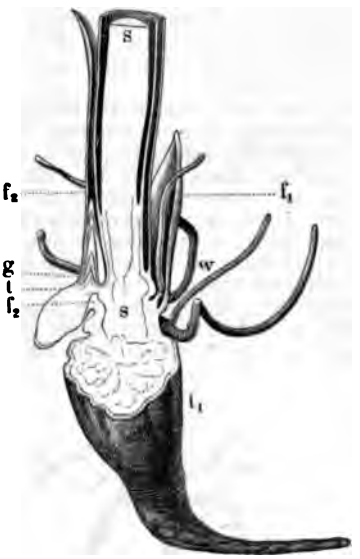


Fig. 231.

Entstehung der Wurzelknolle von *Orchis latifolia.*

ss der der Länge nach durchschnittene Stengel, am Grunde die aus dem vorigen Jahre stammende Wurzelknolle t_1, ebenfalls durchschnitten und zur Hälfte sichtbar. w Nebenwurzeln von gewöhnlicher Form. Der Anfang der zweiten Knolle, welche neben der alten zur Ausbildung kommt, ist bei t; das Scheidenblatt f_2 hat in seiner Achsel die Knospe g gebildet, unterhalb derselben ist eine Nebenwurzel entstanden und sogleich knollenförmig angeschwollen (t); aus der Knospe g entwickelt sich im nächsten Jahre der neue Stengel über der Knolle, ebenso wie s über t_1 steht. f_1 das erste Scheidenblatt des Stengels.

entwickelt. Letztere fällt sammt dem ihr angewachsenen Knöspchen leicht ab; auf dem Boden schlägt dann das letztere Wurzel und wächst zu einer neuen Pflanze heran; *Ficaria ranunculoides* vermehrt sich auf diesem vegetativen Wege viel häufiger als durch Samen.

Literatur über Wurzeln: Hofmeister, Allgem. Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868. pag. 423. — Hanstein, Bot. Abhandl. Bonn 1870. 1. Heft. — Reinke in Hansteins Bot. Abhandl. Bonn 1871. 3. Heft. — Vergl. auch die pag. 98 in der Literatur über Urmeristem genannten Schriften.

D. Die Haare oder Trichome[1] (§. 65.).

§. 98. Im weitesten Sinne verstehen wir unter Haaren diejenigen seitlichen Organe der Stengel, Wurzeln und Blätter, welche nur aus dem Dermatogen (§. 51.) entstehen, daher in der Regel nicht nur keine Fibrovasalstränge enthalten, sondern sogar nur als Zellbildungen auf der Epidermis (§. 53.) sich darstellen. Schon dadurch sind die Haare, wenn sie an einem Stengel entspringen, von Blattorganen, mit denen sie dann gewisse Aehnlichkeiten haben können, unterschieden. Es kommt hinzu, daß sie meist keine regelmäßige Stellung am Stengel einnehmen, ebensowenig an den anderen Organen, an denen sie vorkommen. In den meisten Fällen sind sie von verhältnißmäßig geringer Größe und unbedeutender Massenentwickelung, treten aber meist in großer Anzahl auf und bilden daher einen Ueberzug auf den Pflanzentheilen, den man in seiner Gesammtheit die Bekleidung derselben nennt.

Die Haare entstehen meist schon im Jugendzustande der Pflanzentheile, wenn diese noch im Wachsthume begriffen sind, oder bereits in der Nähe des Vegetationspunktes, also an Theilen, die noch im Zustande des Urmeristems sich befinden und ihre Streckung durch intercalares Wachsthum noch gar nicht begonnen haben. Doch erscheinen sie gewöhnlich nicht früher als die Blätter, so daß man ihre ersten Anfänge etwas weiter vom Vegetationspunkte entfernt findet, als diejenigen der Blätter. Jugendliche Organe, besonders die Theile in der Knospe, sind daher oft am stärksten mit Haaren bekleidet, während ie [illegible] ihre Behaarung

1) Von θρίξ, τριχός: Haar.

dünner wird, nicht weil die Haare verschwinden, sondern weil sie sich auf der viele male größer gewordenen Oberfläche des inzwischen erwachsenen Organes vertheilen. Nur wenn auch nachträglich, während des Wachsthumes, noch neue Haare zwischen den zuerst entstandenen sich bilden, ist auch der erwachsene Theil dichter mit Haaren überzogen. Es kommt jedoch auch vor, daß Pflanzentheile, welche in der Jugend behaart sind, bei weiterer Ausbildung die Haare ganz verlieren, indem diese absterben, einschrumpfen und abfallen. So sehen wir namentlich diejenigen Wollhaare, welche zur Einhüllung der jungen Theile in der Knospe dienen, sowie die Drüsenhaare und Colleteren (§. 53.), welche die Knospentheile mit einem klebrigen Ueberzug bedecken, zwar schon sehr frühzeitig entstehen, aber auch bald wieder, nämlich bei der weiteren Ausbildung der Theile, verschwinden. Die Wurzelhaare entstehen in der Regel ein großes Stück hinter der Wurzelspitze, in derjenigen Region, wo die Streckung der Wurzel schon erloschen ist, und erhalten sich hier nicht lange, indem die ältesten Wurzelhaare in dem Maße wieder absterben, als die Wurzel an der Spitze weiter gewachsen und die Wurzelhaarbildung an ihr weiter fortgerückt ist, so daß die Wurzeln eigentlich immer nur in einer gewissen Strecke hinter der Spitze mit diesen Haaren bekleidet sind. Daß die Haare der Pflanzen sich überhaupt nur so lange erhalten können, als die Epidermis, ist selbstverständlich. Da, wo die letztere zu einer gewissen Zeit abgestoßen wird, wie bei der Bildung einer Korkschicht (§. 54.) oder eines Periderms (§. 54.), gehen auch die Haare mit verloren.

Trichome können auf allen Theilen einer phanerogamen Pflanze entstehen, auf den Wurzeln als Wurzelhaare, auf Stengeln und Blättern, auf allen Theilen der Blüte, der Frucht; selbst auf den Samen kommen vielfach Haarbildungen vor, wie z. B. bei der Baumwollenpflanze, deren Samenhaare die Baumwolle liefern. Bei vielen Pflanzen und Pflanzentheilen sind alle Haare einander gleich; es giebt hier nur eine einzige Art von Trichomen. Nicht selten finden sich aber auf einem und demselben Pflanzentheile gleichzeitig mehrere Arten von Haaren, welche zerstreut durch einander stehen (vgl. Fig. 235.).

Die Entstehung eines Haares, gleichgültig welche Form dasselbe im ausgebildeten Zustande zeigt, beruht immer darauf, daß eine einzelne Epidermiszelle sich nach außen verlängert, indem die Außenwand dieser Zelle in ihrer Totalität oder an einer bestimmten Stelle sich auswärts wölbt und zunächst als eine Papille vortritt. Durch weiteres Wachsthum wird aus der letzteren das Haar, und von der Art dieses Wachsthums hängt es ab, welche Form dasselbe annimmt. Jedes Haar sitzt daher mit seiner Basis auf einer Epidermiszelle, welche streng genommen mit zu dem Haar gehört. Letzteres ist in denjenigen Fällen unzweifelhaft, wo der ganze Haarauswuchs mit der Epidermiszelle eine einzige Zelle bildet, nicht durch eine Querwand von derselben sich abgegrenzt hat. Solche Haare heißen *einzellige*. Von diesen unterscheiden wir die *zusammengesetzten*, bei welchen sich innerhalb des zum Haar ausgewachsenen Theiles Scheidewände bilden, wodurch das Organ mehrzellig wird. Mit der Gestalt des Haares hängen diese Verhältnisse nicht nothwendig zusammen; es kann eine und dieselbe Form sowohl bei einzelligen als auch bei zusammengesetzten Haaren auftreten; doch sind allerdings die complicirteren Haarformen meist auch zusammengesetzte. Die Membranen der Haare sind stets cuticularisirt (S. 57) gleich der Außenwand der Epidermiszellen, deren Fortsetzung sie sind; nicht selten sind sie sogar stärker cuticularisirt und stärker verdickt als diese; auch erhalten sie durch Einlagerung von Kieselsäure oder Kalksalzen die Härte und Steifheit, durch welche manche sich auszeichnen. Die Haare enthalten meistens Zellsaft, und zwar Zellsaft und Protoplasma; letzteres zeigt nicht selten deutliche Bewegung (S. 61); Chlorophyllkörner fehlen meist oder sind nur spärlich vorhanden.

Unterscheidung der Arten und Formen der Trichome. Wenn wir den Begriff der Trichome im weitesten Sinne, wie er durch die obige Definition gegeben ist, fassen, so begreifen wir darunter Organe von großer Mannichfaltigkeit der Gestalt und Beschaffenheit. In manchen Fällen ist es unverkennbar, daß durch die Beschaffenheit der Trichome gewisse Zwecke für die Pflanze erreicht werden. Man könnte daher auch bei den Trichomen, insofern sie sich diesem oder jenem Dienste für die Pflanze anpassen, von einer Metamorphose (S. 150) sprechen. Jedenfalls verdienen die verschiedenen Arten dieser Organe bestimmte Bezeichnungen. §. 99.

§. 99.

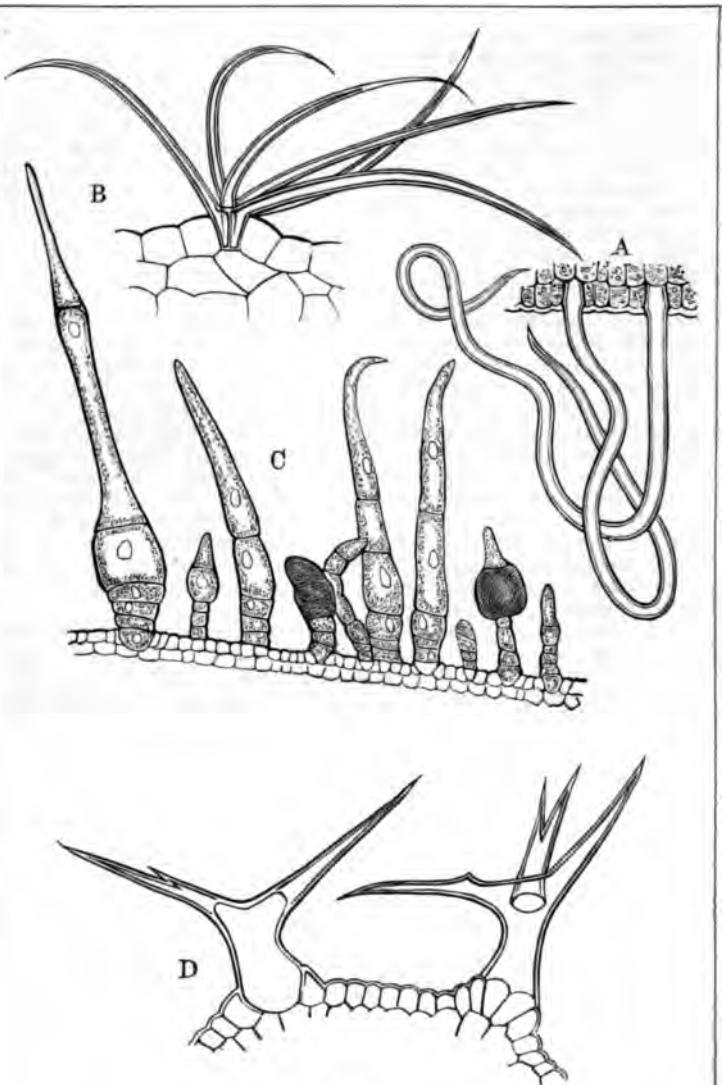


Fig. 235.

Verſchiedene Formen von Haaren.

A Wollhaare von *Althaea rosea*, 200fach vergrößert.
B Büſchelhaare von *Malva crispa*, 100fach vergrößert.
C Verſchiedene Haarformen vom Kürbis, 200fach vergrößert.
D Sternhaare (das linke durchſchnitten, das rechte im Ganzen, mit den die Baſis umgebenden Epidermiszellen) von *Camelina sativa*, 100fach vergrößert.

Dabei ist zu bemerken, daß viele dieser Arten sowohl in der Form des einzelligen wie des zusammengesetzten Haares auftreten können. Wir unterscheiden: §. 99.

A. **Trichome im engeren Sinne,** d. s. diejenigen, welche von der Epidermis allein oder doch zum wesentlichen Theile von dieser gebildet werden.

1) **Haare** (pili), im allgemeinen alle Trichome von geringer Massenentwickelung und geringer Größe, und vorwiegend langgestreckter, ungefähr cylindrischer Gestalt, welche entweder einzellig und dann röhrige Fortsätze einer Epidermiszelle, oder mehrzellig und dann aus linienförmig aneinander gereihten Zellen gebildet sind. Ihrer Form nach nennen wir sie einfach, wenn sie nicht in Zweige getheilt sind, ästig, wenn sie verzweigt sind, was wieder in verschiedener Weise stattfinden kann. In letzterer Beziehung nennen wir die Haare

2) **Sternhaare** (Fig. 235, D), wenn sie oberhalb eines längeren oder kürzeren Untertheiles in mehrere strahlig abstehende Aeste sich theilen. Spalten sie sich nur in zwei Aeste, so heißen die Haare Gabelhaare. Alle diese Formen sind besonders unter den Cruciferen verbreitet.

3) **Büschelhaare** (Fig. 235, B) entstehen, wenn aus einer Epidermiszelle zugleich mehrere Haare büschelförmig hervorwachsen, wie besonders bei Malvaceen.

4) **Köpfchenhaare,** welche einen bald längeren, bald kürzeren stielförmigen unteren Theil haben und an der Spitze in einen kugeligen oder keulenförmigen Kopf verdickt sind; meistens mehrzellige Haare, bei denen sowohl der Stiel als auch oft das Köpfchen aus mehreren Zellen zusammengesetzt ist. Man findet sie bei vielen Pflanzen, oft mit anderen Haaren zusammen, z. B. bei den Labiaten, bei *Hieracium* ꝛc.

5) **Drüsenhaare,** mit den vorigen in der allgemeinen Gestalt insofern übereinstimmend, als auf einem Stiel ein aus einer kugelig erweiterten Zelle oder aus mehreren Zellen bestehendes Köpfchen sitzt. Dieses ist durch ein von ihm ausgeschiedenes Secret, welches aus Schleim und Harz oder ätherischem Oel besteht, klebrig. Die Entstehung dieses Secretes beruht meist darauf, daß die nach außen gekehrten Membranen der Zellen des Köpfchens verschleimen, mit Ausnahme der Cuticula, welche als eine Blase ringsum abgehoben wird und endlich zerreißt. Das Harz oder Oel scheint ursprünglich im Inhalte der verschleimenden Zellen erzeugt zu werden.

6) **Wollhaare** (Fig. 235, A) sind einzellige und einfache Haare von sehr langer, meist fadenförmiger Gestalt, und mehr oder minder gekräuselt und unter einander verschlungen, so daß durch sie, da sie gewöhnlich zahlreich auftreten, ein wolliger Ueberzug auf den Pflanzentheilen gebildet wird, wie bei vielen Malvaceen, *Verbascum* und vielen anderen Pflanzen.

7) **Wimperhaare** oder **Wimpern** (ciliae) heißen die Haare nur insofern, als sie am Rande eines Pflanzentheiles, insbesondere eines Blattes entspringen, vom Rande abstehen und durch langgestreckte, ungefähr gerade Form und etwas steife Beschaffenheit sich auszeichnen. Bisweilen sind auch solche Haare als Drüsenhaare gebildet.

8) **Borsten** (setae) heißen die Haare dann, wenn sie durch eine steife, lang zugespitzte, stechende Beschaffenheit sich auszeichnen. Ihre Starrheit rührt von einer ungewöhnlich starken Inkrustirung ihrer verdickten Membranen mit Kalksalzen oder Kieselerde (§. 31.) her. Die Borsten sind entweder einzellige Trichome, wie die der Borragineen, für welche Familie die Borsten allgemein charakteristisch sind. Einzellig sind auch die als Börstchen zu bezeichnenden, ganz kurzen, breit kegelförmigen, aber spitzen und sehr starren Trichome, welche nur wenig über die Epidermis hervorragen und dieser eine sehr rauhe oder schneidige Beschaffenheit geben. Sie finden sich auf den grünen Theilen der Urticaceen und vieler Gräser. Mehrzellige Borsten bestehen entweder aus einer Reihe übereinanderstehender Zellen, wie die steifen Haare der Cucurbitaceen, oder sie sind auch im Querschnitte aus vielen Zellen zusammengesetzt, wie z. B. diejenigen der Papaveraceen. Manche Borsten sind an der Basis zwiebelförmig angeschwollen. Dieser Theil sitzt in der Epidermis, ragt aber mehr oder weniger darüber hervor und ist oft von anderen Epidermiszellen, oft auch unter Betheiligung von Zellen des Grundgewebes umwallt. Eine bestimmte Grenze zwischen Haar und Borste existirt selbstverständlich nicht.

§. 99. 9) **Klimmhaare** oder **Klimmborsten** können diejenigen Trichome genannt werden, welche vermöge ihrer eigenthümlichen Form sich leicht an andere Gegenstände anhängen und dadurch der Pflanze zum Klettern dienen. Beim Klebkraut (*Galium aparine*) sind es einfache, einzellige Borsten, welche an der Spitze hakenförmig umgekrümmt sind. Beim Hopfen finden sich an den Stengelkanten, am Blattstiele und an den stärkeren Blattrippen ambosförmige Klimmhaare. Dieselben sind nämlich an zwei diametral entgegengesetzten Punkten, deren Verbindungslinie in der Längsrichtung des Stengels oder Blattes liegt, in einen konischen Fortsatz ausgewachsen; die Basis des Haares baucht sich kolbig aus, und dabei wachsen zugleich die umgebenden Epidermiszellen mit in die Höhe, wodurch die Verbindung des Haares mit dem Tragorgan gefestigt wird.

10) Die **Brennhaare** oder **Brennborsten** (stimŭli, Fig. 236.) der Brennesseln bestehen aus einem mehr oder minder cylindrischen, kleinzelligen Gewebezapfen, auf dessen Spitze das eigentliche kegelförmige, einzellige Haar steht. Die Basis desselben, welche dem Gewebezapfen eingesenkt ist, ist beutelförmig angeschwollen und zeigt hier auf ihrer Membran Tüpfel. Die sie umgebende Gewebemasse besteht aus zwei oder drei Zellschichten, weiter oben nur aus einer Schicht von Zellen, welche tangential abgeplattet sind. Das eigentliche Brennhaar enthält einen wegen Gehaltes an Ameisensäure ätzenden Saft. Sein oberer Theil schließt mit einem kleinen, stark verdickten Knöpfchen ab; an dieser Stelle ist die Membran wegen Einlagerung von Kieselsäure starr und leicht zerbrechlich. Beim Abbrechen ergießt sich der scharfe Zellsaft, welcher auf die Haut gebracht Brennen erzeugt. Bis unter die knopfige Spitze ist das Brennhaar biegsam, worin der Grund liegt, warum man sich bei leiser Berührung einer Nessel leichter brennt, als wenn man dieselbe kräftig anfaßt. Aehnlich gebaute sehr heftig brennende Haare kommen bei *Jatrŏpha napaeaefolia*, *Loāsa tricŏlor* und mehreren ostindischen Nesseln vor; letztere sollen sehr langwierige, äußerst heftige Schmerzen verursachen. Die Brennhaare von *Urtica* entstehen dadurch, daß zuerst eine Epidermiszelle zu dem einzelligen Haar auswächst; dann baucht sich ihre Basis beutelförmig aus, wobei die zunächst umliegenden Epidermiszellen wallartig mit emporgezogen werden. Durch die Vermehrung sowohl dieser Epidermiszellen als auch der angrenzenden, unter der Epidermis liegenden Stengel- oder Blattparenchymzellen entsteht der erwähnte Gewebezapfen, dem das Brennhaar eingepflanzt ist.

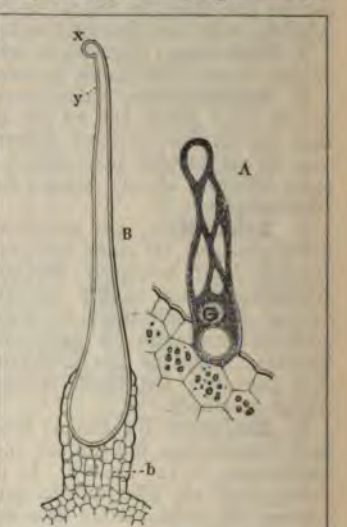


Fig. 236.

Brennhaar der Brennnessel.

A Das junge Brennhaar, durch Auswachsen einer Epidermiszelle entstanden, reich mit Protoplasma erfüllt, welches große Vacuolen und den Zellkern enthält. 320fach vergrößert. Nach Rauter.

B Das ausgebildete Brennhaar. Die beutelförmig erweiterte Basis sitzt in dem Gewebezapfen b, welcher durch Wucherung der umliegenden Epidermiszellen und der darunter gelegenen Parenchymzellen entstanden ist. x das verdickte Knöpfchen an der Spitze, y die Stelle, bis zu welcher die Spitze des Haares verkieselt ist und leicht abbricht. 25fach vergrößert.

11) **Schülferhaare, Schuppenhaare** oder **scheibenförmige Trichome** (lepĭdes) der Elaagneen, sowie bei *Rhododendron ferrugĭneum*, haben die Form eines in der Mitte der Unterseite an einem kurzen Stiele befestigten Schildes. Der letztere hat von oben gesehen einen rundlichen Umriß und besteht aus zahlreichen radial angeordneten Zellen, welche mit ihren peripherischen Enden in einen Zacken auswachsen. Diese Schülferhaare pflegen meist so dicht zu stehen, daß sie sich mit ihren Rändern berühren oder decken und so einen

§. 99.

continuirlichen Ueberzug bilden (Fig. 237.). Die Scheibe entsteht durch Zelltheilung aus einer Epidermiszelle und stellt das eigentliche Haar dar; der Stiel dagegen bildet sich erst später und zwar, wenigstens was seinen centralen Theil anlangt, aus der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellschicht, und ist umrindet von den früher den Grund der Scheibenmutterzelle seitlich umschließenden Epidermiszellen, gehört also seiner Entstehung nach theilweise dem unter der Oberhaut gelegenen Gewebe an. Die halbkugeligen oder polygonal abgeplatteten harzabsondernden Drüsen auf Blättern und Zweigen der Birke entstehen in ähnlicher Weise wie die Schülferhaare aus einer einzigen Epidermiszelle.

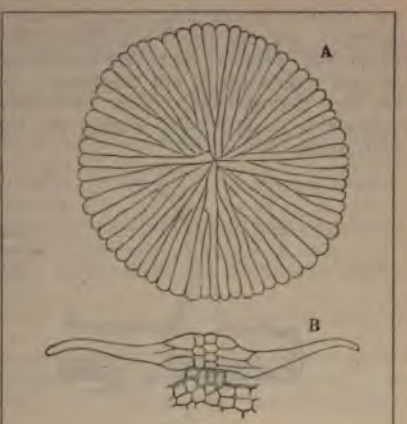


Fig. 237.

Schildförmiges **Schülferhaar** von **Shepherdia ferruginea.** A in der Flächenansicht; der Schild zeigt die radialen Zelltheilungen, durch die er zustande gekommen; B im Durchschnitt senkrecht zur Fläche, zeigt den ganz kurzen Stiel, mit welchem die mehrzellige Mitte des Schildes befestigt ist. 320fach vergrößert. Nach Nauter.

B. **Emergenzen.**[1] Mit diesem Namen bezeichnet man diejenigen seitlichen Organe, welche mit den echten Trichomen in allen Merkmalen übereinstimmen, aber dadurch sich von ihnen unterscheiden, daß an ihrer Bildung nicht bloß die Epidermis, sondern auch das darunter liegende Gewebe, also Dermatogen und Periblem (§. 51.) zusammen betheiligt sind. Wir haben schon bei manchen Trichomen im engeren Sinne (s. A, 10 u. 11) gesehen, daß an ihrer schließlichen Ausbildung das unter der Epidermis liegende Gewebe einen gewissen Antheil nehmen kann. Hier geschieht die Entwickelung gewöhnlich so, daß schon anfangs das Periblem Vermehrung der Zellen zeigt und eine Hervorragung bildet, über welche die Epidermis sich fortsetzt, indem die über dem Periblemhöcker liegenden Epidermiszellen in tangentialer Richtung sich vermehren und dadurch in der Ausdehnung mit jenem Schritt halten (Fig. 238, B u. C). Da hier mehr als die Oberhaut betheiligt ist, so sind diese Organe gewöhnlich auch von kräftigerem Baue und stärkerer Massenentwickelung als die echten Haare und stellen eine Mittelbildung zwischen diesen und den Blättern dar. Die Emergenz besteht im fertigen Zustande meist nur aus Parenchymzellen, übereinstimmend mit der Epidermis und dem Grundparenchym, aus denen sie entstanden ist. Aber in manchen der kräftigeren Formen der Emergenzen bilden sich Fibrovasalstränge, welche mit denjenigen des Tragorganes in Verbindung treten. In diesem Falle zeigt die Emergenz hinsichtlich ihres anatomischen Baues schon große Aehnlichkeit mit Blattorganen, und nur die regellose Stellung und ihr späteres Entstehen als die Blätter unterscheiden sie von letzteren. Endlich kann sogar eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Stellung solcher Emergenzen sich zeigen, und dann läßt sich wohl ein Unterschied zwischen ihnen und den eigentlichen Blättern derselben Pflanze, wegen der verschiedenen Gestalt beider, bemerken, aber einen Unterschied zwischen solchen Emergenzen und dem Begriffe des Blattes überhaupt giebt es nicht. Es geht aus dem Vorstehenden hervor, daß zwischen Haar, Emergenz und Blatt überhaupt keine festen Grenzen bestehen, sobald man nicht eine bestimmte Pflanzenart, sondern die Gesammtheit der Pflanzen in Betracht zieht. Wir kennen besonders folgende Arten von Emergenzen:

1) **Köpfchenhaare** oder **Drüsenköpfchen** von *Rosa*, den echten Trichomen noch am ähnlichsten, bestehen aus einem längeren oder kürzeren cylindrischen Stiel, welcher

1) Von emergere hervortauchen, weil diese Organe aus dem tiefer als die Oberhaut gelegenen Gewebe entstehen.

aus einer Lage peripherischer Zellen und aus mehreren axilen Zellenreihen zusammengesetzt ist, und aus einem vielzelligen Köpfchen, welches oft ein balsamiges Secret ausscheidet. Während die meisten Köpfchenhaare echte Trichome sind (A, 4), gehören die hier bezeichneten zu den Emergenzen, weil ihre Bildung schon von Anfang an mit einer Vermehrung der unter der Epidermis liegenden Parenchymzellen beginnt, weßhalb sie in ihren ersten Stadien von denjenigen der Rosenstacheln (2) nicht zu unterscheiden sind.

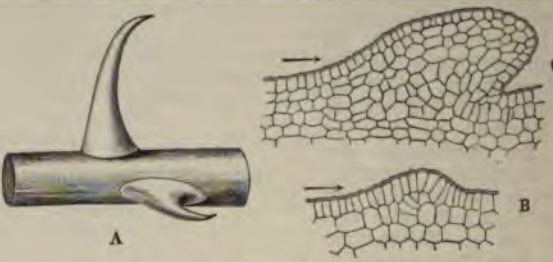


Fig. 238.
Stacheln der Rose.

A Stück eines Zweiges mit zwei Stacheln. B erster Anfang der Entstehung eines Stachels durch Theilung der Epidermis- und der darunter liegenden Parenchymzellen. C etwas späterer Entwickelungszustand, in welchem der Körper des jungen Stachels vorwiegend durch Vermehrung der unter der Epidermis gelegenen Zellen entstanden, also als Emergenz sich erweist, über welche die Epidermis sich fortsetzt. B und C ungefähr 200fach vergrößert, nach Rauter.

2) **Stacheln** (aculei), an Stengeln oder Blättern meist ohne gesetzmäßige Stellung stehende, harte, stechende Organe, die übrigens in der Massigkeit ihrer Entwickelung sehr variiren, doch in dieser Beziehung die Haare meist sehr übertreffen. An den Zweigen von *Rosa* stellen sie schwach sichelförmig nach abwärts gebogene, mit stechender Spitze versehene Kegel mit oft langgezogener elliptischer Basis dar (Fig. 238.). Sie bestehen aus mäßig dickwandigen, gegen die Spitze des Stachels stärker verdickten Zellen, sind von der über sie sich fortsetzenden Oberhaut des Zweiges überzogen und enthalten keinen Fibrovasalstrang; wenn später der Zweig an der Oberfläche Periderm (§. 54.) bildet, wird auch der Stachel durch eine Peridermlamelle abgeschnitten. Hiernach sind diese Organe von Dornen, welche immer metamorphosirte Stengel- oder Blattorgane sind (§§. 77, 94.) und daher stets die bestimmte Stellung von Zweigen oder Blättern haben und mit Fibrovasalsträngen versehen sind, wohl zu unterscheiden. Die Stacheln von *Ribes* entstehen wie die von *Rosa* nur aus dem Rindeparenchym und aus der darüber hinweggehenden Epidermis, enthalten auch keine Fibrovasalstränge; aber sie sind durch ihre gesetzmäßige Stellung bemerkenswerth, welche die gleiche wie die der Blätter ist. Am Grunde des Blattes entsteht, genau in der Mediane desselben, ein einfacher Stachel, oder derselbe ist dreifach, indem zu beiden Seiten des medianen noch je ein etwas kleinerer seitlicher Stachel sich bildet. Nun giebt es aber auch Stacheln, welche sogar Fibrovasalstränge enthalten, wie die an den Kapseln des Stechapfels und an den Früchten der Roßkastanie. Da sie hier auf dem Rücken von Blättern (Fruchtblättern) stehen, so müssen sie als dornenförmige Theile von Blättern betrachtet werden. Sie sind am nächsten zu vergleichen mit den ebenfalls einen Fibrovasalstrang enthaltenden dornenförmigen Zähnen der Blätter der Disteln (*Carduus*, *Cirsium* ꝛc.), die als metamorphosirte Blatttheile den Charakter von Dornen haben (§. 94.).

3) **Warzen, Tuberkeln** oder **Höcker** (verrucae), wie sie auf den Melonen, auf den Früchten mancher *Euphorbia*-Arten ꝛc. vorkommen, sind niedrige, harte Erhabenheiten, welche ebenfalls als Wucherungen des unterhalb der Epidermis liegenden Parenchyms entstehen.

§. 100. Nach der **Verschiedenheit** des **Ueberzuges**, wie er durch die Verschiedenheit der Trichome erzeugt wird, heißen die Pflanzen oder deren Theile:

1) **kahl** (glaber) oder unbehaart;
2) **behaart** (pilōsus), die allgemeine Bezeichnung für Behaarung;
3) **weichhaarig** (pubēscens), mit langen, geraden, weichen Haaren, wie bei *Luzula pilōsa;*
4) **flaumhaarig** (lanuginōsus), mit ganz kurzen, weichen Haaren, wie bei *Veronica latifolia;*
5) **zottig** (villōsus), mit sehr langen, weichen Haaren, wie bei den Staubfäden von *Verbāscum;*
6) **filzig** (tomentōsus), mit Wollhaaren (§. 99, A, 6), wie bei den Blättern von *Verbāscum* und *Stachys germanĭca;*
7) **seidenhaarig** oder **seidenglänzend** (sericĕus), mit meist dicht anliegenden, glänzenden Haaren, wie bei *Potentĭlla anserīna;*
8) **steifhaarig** (hispĭdus), mit langen, steifen, abstehenden Haaren, wie bei den Blättern von *Hieracium pilosĕlla;*
9) **borstig** (setōsus), mit Borsten (§. 99, A, 8), wie bei *Borāgo* und den meisten anderen Boragineen;
10) **scharf** (scaber, asper) mit kleinen, meist nur durchs Gefühl bemerkbaren Börstchen (§. 99, A, 8), wie bei den Blättern vieler Gräser und Riedgräser;
11) **hakerig** (hamōsus) oder rückwärts rauh, nämlich mit Klimmhaaren (§. 99, A, 9), wie beim Hopfen und bei *Galĭum aparīne;*
12) **gewimpert** (ciliātus), mit Wimperhaaren (§. 99, A, 7). wie bei *Arenarĭa ciliāta, Rhododēndron hirsūtum* ꝛc.; insbesondere **drüsig-gewimpert** (glandulōso-ciliātus), wenn die Wimpern Drüsenhaare sind, wie an den Kelchblättern von *Hypericum montānum;*
13) **drüsig** oder **drüsig behaart** (glandulōsus), mit Drüsenhaaren (§. 99, A, 5), wie bei *Salvia* und vielen anderen Labiaten;
14) **warzig** (verrucōsus), mit Warzen (§. 99, B, 3);
15) **stachelig** (aculeātus), mit Stacheln (§. 99, B, 2), wie bei Rosen, Brombeersträuchern ꝛc.

Literatur über Trichome und Emergenzen: Meyen, Secretionsorgane der Pflanzen. Berlin 1837. — A. Weiß, Die Pflanzenhaare, in Karsten Bot. Untersuch. Berlin 1867. — Hanstein, Bot. Zeitg. 1868. pag. 697 ff. — Rauter, Zur Entwickelungsgeschichte einiger Trichomgebilde. Wien 1871. — O. Uhlworm, Bot. Zeitg. 1873. Nr. 48—52. — Delbrouk, Ueber Stacheln und Dornen. Bonn 1873. — Warming, Sur le différence entre les trichomes et les épiblastèmes d'un ordre plus élevé. Kopenhagen 1873. — Suckow, Ueber Pflanzenstacheln. Breslau 1873.

E. Die Blüte (flos).

§. 101. Bei allen Phanerogamen sind die reproductiven, d. h. der Erzeugung neuer Keime dienenden Organe (§. 65.) eigenthümlich metamorphosirte Sprosse. Stengel und Blatt erreichen hier den höchsten Grad der Metamorphose (§. 93.). Die Reproduction geschieht bei allen Phanerogamen durch Vermittelung zweier Geschlechter, durch Sexualität[1], indem einige der reproductiven Organe den Charakter von Geschlechts- oder Sexualorganen annehmen. Jeder zur Reproduction und somit zu Sexualzwecken dienende Sproß der Phanerogamen wird Blüte genannt. Letztere ist daher morphologisch nichts weiter als eine durch besondere Metamorphose ihrer Blätter charakterisirte Region des Stengels, und zwar der obere Theil der Hochblattregion oder die an diese sich anschließende höchste Region; sie ist in der obigen Betrachtung der Blattmetamorphose (§. 93.) ausgeschlossen geblieben, weil die Blüte eine besondere Darstellung erheischt.

Jedes der beiden Sexualorgane ist im Wesentlichen bei sämmtlichen Phanerogamenblüten gleich. Das männliche Element ist der Blütenstaub oder Pollen, welcher aus eigenthümlich organisirten Zellen besteht, die erzeugt werden in den sogenannten Staubblättern oder Staubgefäßen, weßhalb man auch diese ganzen Blätter als die männlichen Theile der Blüte bezeichnet. Das weibliche Organ ist ebenfalls eine besondere Zelle, der Embryosack, der ein Bestandtheil wieder anderer metamorphosirter Blätter oder Blatttheile ist, der sogenannten Samenknospen; darum werden die letzteren oder das ganze aus den Fruchtblättern gebildete Organ,

1) Sexus Geschlecht.

der sogenannte Stempel, zu welchem sie gehören, das weibliche Organ der Blüte genannt. Derjenige Theil der Blüte, welcher nach geschehener Functionirung der Sexualorgane allein sich noch weiter ausbildet und dann die entstandenen Keime neuer Pflanzen in sich birgt, stellt die Frucht (§. 129.) dar.

A. Blütenstand (inflorescentia).

§. 102. Blütenstand heißt die Vereinigung der Blüten an der Pflanze, und je nach der Anordnung, welche die Blüten in dieser Vereinigung haben, giebt es besondere Namen für denselben. Wenn von einer vegetativen (d. h. Laubblätter tragenden) Axe ein Sproß entspringt, der nur eine einzige Blüte an seinem Ende trägt, so spricht man von einzelnen Blüten (flos solitarius), indem man streng genommen den Ausdruck Blütenstand auf die wirkliche Vereinigung mehrerer Blüten bezieht, wo der blütentragende Sproß verzweigt ist, und jeder Zweig eine Blüte oder wiederum einen Blütenstand trägt. Ihrer Stellung nach sind Blütenstand wie einzelne Blüten entweder endständig oder terminal, d. h. auf der Spitze des vegetativen Stengels stehend, oder achsel- oder seitenständig, d. h. aus der Achsel eines Blattes entspringend. Das Stengelstück, auf dessen Spitze jede Blüte steht, heißt Blütenstiel (pedunculus).

Die Einzelblüte (flos solitarius) ist vom Blütenstande am bestimmtesten da unterschieden, wo sie endständig ist, weil sie dann die einzige Blüte an der ganzen Hauptaxe ist, wie bei manchen Liliaceen, z. B. *Tulipa*, *Erythronium*, *Fritillaria meleagris* (Fig. 239.). Letztere hat unter der Blüte zwei Deckblätter,

Fig. 239.
Endständige Einzelblüte
von *Fritillaria meleagris*, auf der Spitze des mit Laubblättern besetzten Stengels.

Fig. 240.
Achselständige Einzelblüte
von *Anagallis arvensis*, in der Achsel der Laubblätter, jede auf einem Blütenstiele, deren untere bereits Früchte tragen.

in deren Achseln bisweilen noch eine Blüte sich bildet, so daß ein Dichasium (§. 105.) entsteht. Es zeigt dies, daß Einzelblüte und Blütenstand bei einer und derselben Species möglich sind. Wenn Einzelblüten achselständig sind, so giebt es deren mehrere an einer Axe, bisweilen so viele als diese Blätter hat, wenn deren jedes eine Blüte in der Achsel erzeugt. Dann könnte die Frage entstehen, ob man es nicht mit einem racemösen Blütenstande, z. B. einer Traube (§. 104.) zu thun habe. Die Entscheidung ergiebt sich aber dann immer aus den Tragblättern der Blüten; nur wenn dieses Hochblätter (§. 93.) sind, gehören sie zu einem Blüten-

stande und es würde dann eine Traube vorliegen; sind es aber Laubblätter, so kann der Sproß kein Blütenstand sein, sondern gehört der Laubblattregion an, und es liegen achselständige Einzelblüten vor, z. B. bei *Anagállis* (Fig. 240.).

Bei manchen Arten von *Lonicĕra* kommt an Stelle der achselständigen Einzelblüte eine **Doppelblüte** (Fig. 241.) vor. Man könnte dieselbe als ein einfaches Dichasium (§. 105.) erklären, dessen in der Mitte stehende Endblüte fehlgeschlagen ist. Die beiden gegenständigen Blätter unter den Blüten würden dann die Deckblätter derselben sein (Fig. 241, d). Allein nach der Entwickelungsgeschichte soll der Vegetationspunkt des Blütenstieles eine wirkliche Dichotomie (s. 16.) erleiden,

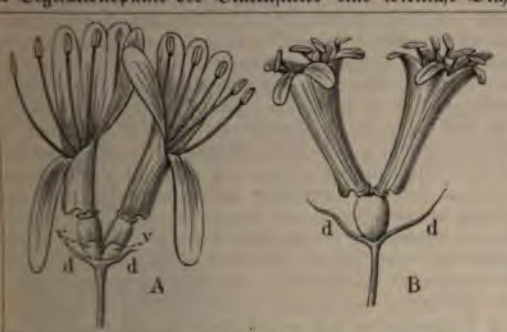


Fig. 241.
Doppelblüten von Lonicĕra.
A *Lonicĕra xylostĕum*, mit vollständig getrennten Doppelblüten.
B *Lonicĕra coerulĕa*, mit Doppelblüten, deren Fruchtknoten verwachsen sind. d d die Deck- oder Vorblätter; v v kleine Vorblättchen am Grunde jeder der beiden Blüten, bei *L. coerulĕa* fehlend.

ohne eine Spur eines zwischenstehenden terminalen Vegetationspunktes zu zeigen und sich darum statt zu einer zu zwei Blüten entwickeln, wobei sich bisweilen die Dichotomie nicht einmal bis auf die Fruchtknoten (die als unterständige von der Axe gebildet werden ☞ §. 111.) erstreckt, und diese verwachsen sind (Fig. 241, B). Die beiden Blätter unter der Doppelblüte würden dann nicht Deckblätter sondern Vorblätter am Blütenstiele (§. 103, 2) sein.

Hochblätter. Am Blütenstande sind gewisse Blätter betheiligt, die nicht zu den §. 103.
Blüten selbst gehören und die wir oben als Hochblätter (§. 93.) bezeichnet haben, indem sie sich von den Laubblättern durch den Mangel einer entwickelten Blattfläche unterscheiden und häufig nicht grün, sondern bleich oder bunt gefärbt sind. Von diesen unterscheiden wir

1) **Deckblätter** oder **Bracteen** (bractĕae[1]), meist kleine, oft nur schuppenförmige Organe, aus deren Achsel die Blüten des Blütenstandes, beziehendlich die Axe einer zusammengesetzten Inflorescenz entspringen (Fig. 242.). In den Köpfchen (Fig. 242.), wo sie gewöhnlich schmal, bleich und trockenhäutig sind, werden sie **Spreublättchen** (palĕae[2]), an den Aehrchen der Gräser **Spelzen** (Fig. 256, a), an den Kätzchen und Zapfen **Schuppen** (squamae, Fig. 257, a) genannt. Die Deckblätter sind bisweilen bis zum Verschwinden unterdrückt; so z. B. in den

Fig. 242.
Längsdurchschnittenes Köpfchen der gemeinen Kardendistel (*Dipsăcus silvestris*), um die **Bracteen** oder **Spreublättchen** zu zeigen, hinter welchen die Blüten stehen.

Fig. 243.
Zusammengesetzte Dolde von *Sium angustifolium* mit **Deckblättern**, welche um den ganzen Blütenstand eine Hülle h, um die einzelnen Döldchen d ein Hüllchen h_1 bilden.

1) Bractĕa eigentlich ein dünnes Blättchen von Metall oder Holz. 2) palĕa die Spreu.

§. 103. Trauben der Cruciferen, in den Köpfchen vieler Compositen, in der Rispe der Gräser (Fig 256, b).

2) Vorblätter (bracteölae) oder diejenigen Hochblätter, welche einer Blüte oder einem Blütenstande vorangehen, aber weder Blüten noch Inflorescenzzweige in ihrer Achsel tragen. Vorblätter sind keineswegs allgemein vorkommende Organe, und während das Fehlen der Deckblätter zu den Ausnahmen gehört, fehlen die Vorblätter bei sehr vielen Pflanzen. Wenn sie an achselständigen Blüten vorkommen, so haben sie meist eine bestimmte Stellung zum Deckblatte. Bei den Monokotyledonen ist dann die gewöhnliche Regel, daß ein Vorblatt an der hinteren, d. h. der Hauptaxe zugekehrten Seite des Blütenstieles steht. In den Aehrchen der Gräser ist dies die sogenannte hintere oder obere Blütenspelze (Fig. 256.); das Deckblatt wird vordere oder untere Blütenspelze genannt. Hier ist also die Blüte zwischen zwei Spelzen eingeschlossen. Wenn bei Dikotyledonen Vorblätter an achselständigen Blüten vorkommen, so sind es häufig ihrer zwei, welche rechts und links vom Deckblatte stehen, oft erst hoch am Blütenstiele inserirt sind, z. B. bei den *Viöla*-Arten. An endständigen Blüten und Blütenständen ist die Zahl der Vorblätter variabler; es kann hier sowohl nur ein einziges als auch eine größere Anzahl solcher vorkommen. Uebrigens sind die Vorblätter außer nach Zahl auch nach Größe, Form und Ausbildung sehr verschieden, und manche führen darnach besondere Namen. Es handelt sich hier namentlich um folgende Formen:

a. Eine Hülle (involücrum) wird gebildet aus einer Mehrzahl rings um die Blüte oder den Blütenstand stehender, meist kleiner, freier oder mehr oder weniger mit einander verwachsener Vorblätter, sogenannter Hüllblätter oder Involucralblätter. Unter den Blütenständen sind es besonders die Köpfchen (§. 104.), welche gewöhnlich mit einer Hülle versehen sind. Hier besteht dieselbe meist aus

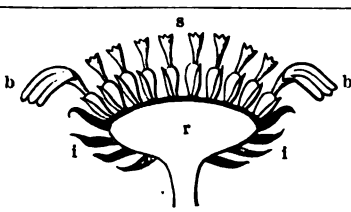


Fig. 244.
Schematischer Durchschnitt des Köpfchens einer Composite. r der Fruchtboden desselben, l Hüllblätter, b die Strahl-, s die Scheibenblüten, jede hinter einem Spreublättchen.

Fig. 245.
Köpfchen des gemeinen Löwenzahns (*Taraxäcum officinäle*); mit herabgeschlagener Hülle und gewölbtem, nacktem, grubig punktirtem Fruchtboden, auf welchem nur noch ein Früchtchen mit dem Pappus steht.

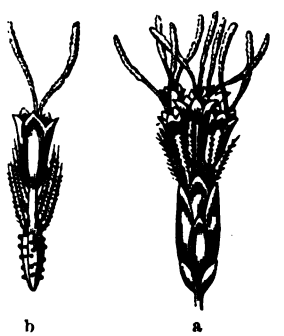


Fig. 246.
Köpfchen des hanfartigen Wasserdosten (*Eupatorium cannabinum*).
a Das wenigblütige Köpfchen vergrößert; dessen länglich-walzige Hülle aus dachziegeligen Hüllblättern bestehend.
b Einzelne Blüte mit dem aus zahlreichen Haaren bestehenden Pappus (auf der Vorderseite weggenommen).

schuppenförmigen, grünen, dachziegelförmig sich deckenden Blättern (Fig. 244—246.). §. 103.
Doch werden auch Deckblätter Involucrum genannt, z. B. an den Dolden, weil sie hier rings um die Basis der Dolde stehen (Fig. 243.). Auch um die Blüte kann eine Hülle von Vorblättern vorhanden sein. An den Einzelblüten tritt sie in verschiedenen Formen auf. In allen Abstufungen der Bildung findet sie sich in der Gattung *Anemōne*, wo sie aus drei quirlständigen Blättern besteht (Fig. 247—249.). Diese sind bei *Anemōne nemorōsa* (Fig. 248.) den Laubblättern ähnlich, wie diese dreizählig zusammengesetzt; sie stehen ziemlich weit von der Blüte entfernt. Bei *Anemōne pulsatilla, pratensis* ꝛc. (Fig. 247.) weichen sie schon beträchtlicher von den Laubblättern durch geringere Größe ab. Bei *Hepatica triloba* (Fig. 249.) sind endlich die drei Hüllblätter in der Größe und Form soweit reducirt, daß sie Kelchblättern ähnlich sind, und diese Aehnlichkeit wird noch dadurch erhöht, daß hier das Involucrum sehr nahe unter der Blüte steht und die blumenkronartig gefärbten Kelchblätter leicht für die hier fehlenden Blumenblätter gehalten werden können. Doch zeigt der Längsschnitt immer noch ein deutlich, wenn auch nicht sehr lang gestrecktes Internodium zwischen der Hülle und dem Kelch.

Fig. 247.
Anemone pratensis, blühender Stengel mit einem grundständigen Laubblatt und der **dreiblättrigen Hülle** unterhalb der Blüte.

Fig. 248.
Anemone nemorosa, blühender Stengel mit den **drei Hüllblättern** von laubblattartiger Form.

§. 103

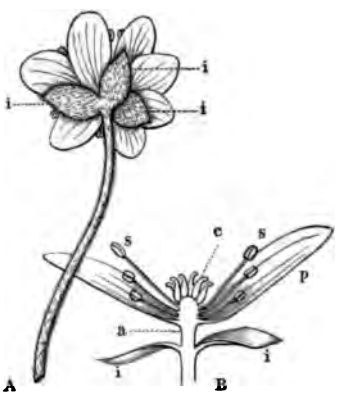


Fig. 249.

Hepatica triloba, Blütenstiel mit der kelchähnlichen **dreiblättrigen Hülle**, von der Unterseite gesehen. B Blüte sammt Hülle der Länge nach durchschnitten. i Hülle, durch ein Internodium a vom blumenkronartig gefärbten Kelche s getrennt.

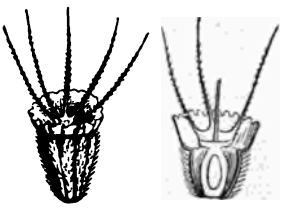


Fig. 250.

Außenkelch der **Tauben-Scabiose** (*Scabiosa columbaria*).

a Der Außenkelch umgiebt die Blüte, von welcher hier die Blumenkrone abgefallen und nur der 5zähnige Kelchsaum zu sehen ist.

b Außenkelch längsdurchschnitten, um den unterständigen Fruchtknoten und den ebenfalls durchschnittenen Kelchsaum zu zeigen.

Functionell vertritt hier allerdings die Hülle den Kelch, indem sie an der Blütenknospe die Bedeckung der Blüte bildet. Aehnliche kelchartige Hüllen finden sich auch bei Anwesenheit gewöhnlicher Kelchblätter und Blumenblätter, z. B. bei den meisten Malvaceen, wo das drei- bis mehrblättrige Involucrum unmittelbar an der Außenseite des Kelches steht. Solche Hüllen nennt man auch **Außenkelch**. Dieselben können endlich auch um jede Blüte einer Inflorescenz vorhanden sein. So z. B. bei *Scabiosa*, in deren Köpfchen jede Blüte von einer verwachsenblättrigen glockenförmigen Hülle oder einem Außenkelch umgeben ist (Fig. 250.). Eine ähnliche Bildung ist der sogenannte Schlauch (utriculus) in den weiblichen Aehrchen der *Carex*-Arten; er stellt das Vorblatt der weiblichen Blüte dar und hat die Form einer ringsum geschlossenen flaschenförmigen Hülle, welche die weibliche Blüte umgiebt und aus deren Mündung nur der Griffel hervorragt.

b. **Blütenscheide** (spatha) ist ein einziges, ziemlich großes, meist scheidenförmiges Vorblatt, welches bald einen ganzen Blütenstand, wie den Kolben der Aroideen (Fig. 252.) und die Dolde bei *Allium*, oder eine einzelne Blüte, wie beim Schneeglöckchen und der Narzisse umgiebt. Das bleiche, trockenhäutige, zungenförmige, am Blütenstiel herablaufende Hochblatt der Linde (Fig. 251.) ist ebenfalls eine Spatha.

Fig. 251.

Sommerlinde. A Blütenstiel mit dem **Hüllblatte** a und mit 3 Blüten, b, c, d, welche D vergrößert darstellt.

c. **Becher** (cupula) heißt die Hülle der weiblichen Blüten und der Früchte der Cupuliferen, wo sie in mannichfaltiger Ausbildung auftritt; so bei der Eiche als holziges, außen höckeriges, innen glattes **Näpfchen** oder **Schüsselchen** (Fig. 253.), bei der Rothbuche und Kastanie als ein lederartiger, außen bestachelter Becher, bei der Hasel und Hainbuche als dünne blattartige Hülle. Uebrigens ist das Näpfchen der Eichel nicht ganz und gar Blattorgan, sondern eigentlich die unter der Blüte schüsselförmig verbreiterte Axe, die Höcker auf ihrer Außenseite sind die kleinen Involucralblätter. Erst zur

Fig. 252.

Kolben mit Blütenscheide von Arum maculatum.

A Der von der Blütenscheide umgebene Blütenstand.

B Derselbe ohne die Blütenscheide, welche bei ss abgeschnitten ist, etwas vergrößert. f weibliche Blüten. x rudimentäre weibliche Blüten. a männliche Blüten. y rudimentäre Blüten; darüber der nackte keulenförmige obere Theil des Kolbens.

Fig. 253.

Frucht der Stieleiche mit dem **Becher**, welcher ein aus vielen Vorblättern zusammengesetztes Schüsselchen darstellt, am Blütenstiel, der an beiden Enden nebst den zwei übrigen Eicheln abgeschnitten ist. Links die aus dem Becher herausgenommene Frucht.

Blütezeit wächst die Axe unterhalb der weiblichen Blüte in Form eines Ringwalles hervor, welcher aus Meristem besteht, also einem Vegetationspunkte ähnelt; letzteres auch insofern, als er zu dieser Zeit die erwähnten Blatthöcker an seiner Oberfläche hervortreten läßt. Die Blattbildung schreitet von dem Rande des Walles nach innen, also in gewöhnlicher acropetaler Folge fort. Wir haben darin ein Beispiel des seltenen Falles, daß an einer Axe unterhalb schon vorhandener Blätter (hier die Blüte) noch einmal Blattbildung anhebt (vergl. S. 39). Späterhin dehnt sich die innere Böschung des Walles, auf welcher hauptsächlich die Blattbildung stattfindet, stärker als die äußere, so daß sie sich nach außen stülpt, und die Blatthöcker schließlich die äußere Seite der Cupula bekleiden.

§. 104. **A. Traubenförmige oder racemöse Blütenstände im weiteren Sinne.** Darunter verstehen wir jede Inflorescenz, bei welcher eine Axe in monopodialer Verzweigung (§. 16) eine Anzahl Blüten von unten nach oben auf einander folgend hervorbringt, so daß immer die oberen Blüten jünger als die unteren sind, und die Aufblühfolge derartig von unten nach oben fortschreitet, daß

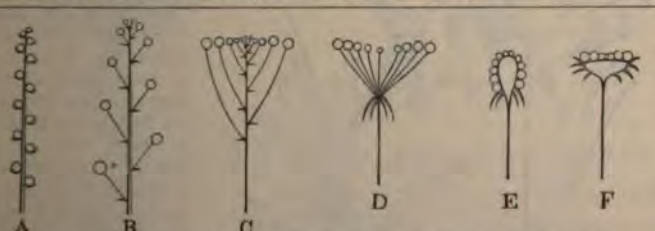


Fig. 254. Schematische Formen der traubenförmigen Blütenstände.
A Aehre. B Traube. C Doldentraube. D Dolde. E und F Köpfchen.

§. 104. die obersten, beziehendlich innersten Blüten zuletzt sich öffnen. Es ist dabei gleichgültig, ob die Hauptaxe mit einer endständigen Blüte abschließt oder nicht. Ist es der Fall, so ist dieselbe doch die späteste in der Entwickelung; aber oft wird sie gar nicht ausgebildet und verkümmert, (Fig. 256, a). Dazu gehören:

1) **Aehre** (spica): die gemeinschaftliche Axe (Spindel, rhachis) ist verlängert und trägt übereinanderstehende ungestielte Blüten (Fig. 254, A). Zu ihr gehören auch folgende in gewissen Pflanzenfamilien und Gattungen vorkommende besondere Formen:

a. Das Aehrchen oder Grasährchen (spicula) der Gräser und Halbgräser, an welchem halbscheidenförmige Hochblätter, Spelzen, betheiligt sind, hinter denen die verhältnißmäßig kleinen Blüten stehen. Bei den Gräsern (Fig 256.) unterscheiden wir 1) die beiden Deckspelzen oder Klappen (glumae), d. s. die beiden untersten und äußersten Spelzen, welche in ihrer Achsel keine Blüte haben, also Vorblätter des Aehrchens, 2) um jede einzelne Blüte des Aehrchens zwei Blütenspelzen oder Bälge (palsae), welche ihrer Stellung nach als äußere und innere unterschieden werden. Die äußere ist die Bractee, in deren Achsel die Blüte steht, die innere ist das an der Hinterseite der Blüte stehende Vorblatt derselben (S. 234).

b. Das Kätzchen (amentum, Fig. 257.) oder die meist schlaffe und hängende Aehre der Birken, Erlen, Haselsträucher, Weiden,

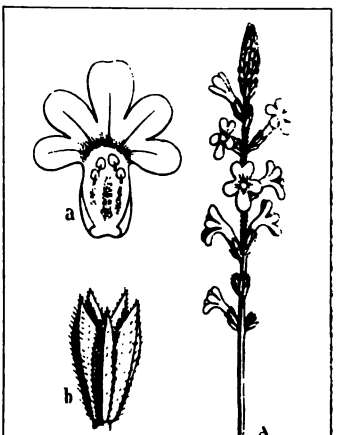


Fig. 255.
Aehre des gemeinen Eisenkrautes (*Verbena officinalis*).
a Aufgeschnittene Blumenkrone. b Kelch.

Fig. 256.
Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*).
a Ein vergrößertes **Aehrchen.** Die beiden untersten Blätter rechts und links sind die Deckspelzen, darauf folgen drei Blüten, von denen zwei untere aufgeblüht. An diesen unterscheidet man die äußere und die innere Blütenspelze, zwischen denen die Theile der Blüte (Staubgefäße und Narben) hervorragen. Die äußere Blütenspelze ist die Bractee, in deren Achsel die Blüte steht, die innere Blütenspelze das Vorblatt der Blüte.
b Die **Rispe,** welche aus zahlreichen Aehrchen besteht, und in welcher von der Hauptaxe immer mehrere Aeste zugleich, ohne deutliche Deckblätter, entspringen.

Pappeln u. s. w, welche hinter zahlreichen, hier Schuppen genannten Deckblättern §. 104.
kleine unansehnliche, meist nackte (§. 109.) und eingeschlechtige (§. 109.) Blüten birgt.

Fig. 257.
Ein Zweig des **Haselnußstrauches**, an der Spitze mit zwei **Kätzchen**, welche die männlichen Blüten enthalten und von denen bei a eine Schuppe abgeschnitten und vergrößert ist, welche auf der Innenseite die Staubgefäße trägt. Bei b die weiblichen Blüten in einer Knospe, ein sehr kurzes Kätzchen oder Köpfchen bildend; bei c zwei weibliche Blüten mit ihrer Schuppe vergrößert.

c. Der Zapfen (conus), das weibliche Kätzchen der Zapfenbäume (§. 135.) mit starrer, meist verholzender Spindel und ebensolchen Schuppen.

d. Kolben (spadix, Fig. 252.), eine Aehre mit dicker fleischiger Spindel (Mais, Kalmus, Aron), welche meist von einer großen Blütenscheide (S. 236) umhüllt ist.

2) **Köpfchen, Blütenkopf** (capitulum): die Hauptaxe ist verkürzt und trägt dicht gedrängt über und nebeneinander die ungestielten Blüten (Fig. 254, E u. F), wie z. B. bei Compositen ꝛc., Klee, Karden (Fig. 258.). Wenn ein Köpfchen zum traubenförmigen Typus gerechnet werden soll, so müssen seine Blüten in acropetaler Folge angelegt werden, in welchem Falle dann meist auch die Aufblühfolge die

Fig. 258.
Köpfchen der gemeinen Kardendistel
(*Dipsacus silvestris*).

Fig. 259. **Köpfchen** der **Acker-Hundskamille**
(*Anthemis arvensis*).
a Eine der in der Mitte (Scheibe) stehenden Röhren- oder Scheibenblüten.
b Eine der am Rande (im Strahle) stehenden Band- oder Strahlenblüten.
c Der kegelförmige Fruchtboden, von welchem die Früchtchen abgefallen und die Spreublättchen bis auf eins fortgenommen sind.

§. 104. gleiche ist, d. h. die oberen, beziehendlich centralen Blüten zuletzt sich öffnen. Die Axe des Köpfchens heißt **Blütenlager** oder **Fruchtboden** (receptacŭlum). Auf die Verschiedenheiten seiner Form und Beschaffenheit, die bei der Beschreibung der Gattungen wichtig sind, beziehen sich folgende Bezeichnungen: 1) **flach** (planum), wie bei der Sonnenblume; 2) **vertieft** (concăvum), wie bei der Eberwurz (*Carlina*); 3) **gewölbt** (convexum), wie beim Berufkraute (*Erigĕron*); 4) **kegelförmig** (conĭcum), wie bei der Kamille (*Matricarĭa*), und 5) **hohl** (cavum), ebendaselbst; 6) **feingrubig** (scrobiculātum), wie bei dem Habichtsbitterkraute; 7) **spreuig** (paleacĕum, Fig. 242 u. 259, c), d. h. mit Spreublättchen (§. 103.) versehen, wie bei der Hundskamille und Sonnenblume; 8) **borstig** (setōsum), wie bei der Flockenblume (*Centaurēa*); 9) **nackt** (nudum), d. h. weder mit Spreublättchen noch mit Borsten, wie bei dem gemeinen Löwenzahne (Fig. 245.). Die Köpfchen vieler Compositen sind dadurch bemerkenswerth, daß sie aus zweierlei Blüten bestehen: am Rande (im Strahle) befinden sich Blüten mit bandförmigen Blumenkronen (Band-, oder Zungenblüten), in der Mitte (Scheibe) Blüten mit regelmäßiger röhrenförmiger Blumenkrone (Röhrenblüten), in welchem Falle man jene als **Strahlenblüten** (flores radiāti), diese als **Scheibenblüten** (flores discoïdēi) (Fig. 259.), unterscheidet.

Eine besondere Form des Köpfchens ist der **Blütenkuchen** (coenanthium[1] oder hypanthodium[2]), welcher bei manchen Urticaceen vorkommt. Das Receptaculum ist hier fleischig und breitet sich zu einer Scheibe aus, auf deren Oberfläche die zahlreichen Blüten stehen. Gewöhnlich nimmt der Blütenkuchen mit der Ausbildung der Früchte an Größe und Dicke zu, so daß daraus ein eigenthümlicher Fruchtstand oder eine Scheinfrucht (§. 129.) wird. Bei *Dorstenĭa* ist das Receptaculum flach, im Umrisse fast vierseitig und trägt die Blüten an seiner ganzen oberen Seite eingesenkt. Die **Feige** von *Ficus carĭca* ist ebenfalls ein Blütenkuchen, dessen Receptaculum aber becherförmig sich nach oben zusammenneigt, so daß am Scheitel nur ein enger, mit kleinen Hochblättern erfüllter Kanal offen bleibt; dieser führt in den Innenraum der Feige, deren Wandung (die eigentliche Oberseite des Receptaculums) mit den zahlreichen Blüten, später mit den ebenso zahlreichen kleinen Früchten besetzt ist (Fig. 260.).

Fig. 260.

Blütenstand der Feige.

A Die Feige der Länge nach durchschnitten, stellt einen **Blütenkuchen** dar, dessen Ränder becherförmig zusammengeneigt sind und bei e eine mit kleinen Hochblättern besetzte Oeffnung bilden; auf der Innenwand des Bechers sitzen zahlreiche Blüten. B Junger Entwickelungszustand der Feige im Längsdurchschnitte. Die Axe beginnt bereits becherförmig sich zu vertiefen; bei h die Hochblätter, die später an der Oeffnung sich befinden; bei x die Anlagen der Blüten. a Vorblatt. 15fach vergrößert. Nach **Schacht**. C Eine weibliche Blüte mit fünftheiligem Perigon. D Eine männliche Blüte mit dreitheiligem Perigon und drei Staubgefäßen, beide aus einer Feige; vergrößert.

1) Zusammengesetzt aus κοινός gemeinschaftlich und ἄνθος Blüte. 2) gebildet aus ὑπό unter und ἄνθος Blüte.

3) **Traube** (racēmus): die gemeinschaftliche Axe ist verlängert und trägt übereinanderstehende, ziemlich gleich lang gestielte Blüten (z. B. am Johannisbeerstrauch, Fig. 261.). Wenn die Blütenstiele der oberen Blüten einer Traube immer kürzer werden, so daß alle Blüten wie bei der eigentlichen Dolde (Nr. 4) fast in gleicher Höhe stehen, so spricht man von Doldentraube, Schirmtraube oder Ebenstrauß (corȳmbus, Fig. 254, C). Doch haben viele Trauben nur zur Zeit des Aufblühens die Form der Doldentraube; dadurch, daß später die oberen Internodien der Hauptaxe sowie die oberen Blütenstiele sich ebenfalls strecken, stehen schließlich alle Blüten in ungleichen Höhen. So ist es bei den meisten Cruciferen. Die Traube hat in der Regel keine Hülle, wohl aber haben ihre Blüten meistens Deckblätter; letztere sind oft sehr klein, und bei den Cruciferen sind dieselben sogar bis zum Verschwinden unterdrückt. Die meisten Trauben sind polysymmetrisch (§ 8.): die Hauptaxe ist gerade, senkrecht aufrecht oder hängend, und die Blüten ringsum gleich vertheilt. Es giebt aber auch bilaterale (§. 8.) Trauben, die man gewöhnlich einseitwendige (racēmi secūndi) nennt, weil die Blüten nach einer Seite der Axe gekehrt sind. Nur scheinbar einseitige Trauben entstehen, wenn die Blütenstiele einer polysymmetrischen Traube durch Krümmung sich alle einseitig wenden, wie z. B. bei *Convallaria majālis* ꝛc. Wirklich bilaterale einseitwendige Trauben sind aber immer, und zwar schon in der Anlage nur auf der einen Seite der Axe mit Blüten besetzt. So ist es z. B. bei den einseitigen Trauben von *Vicia cracca* und verschiedenen *Lathyrus*-Arten, desgleichen bei gewissen Gräsern, wie *Digitaria*, Chlorideen ꝛc. Im jüngsten Entwickelungsstadium liegt die Axe dieser Trauben an anderen Theilen so dicht an, z. B. bei *Vicia cracca* am Stengel, daß nur die freien Seiten den erforderlichen Raum zur Blütenanlage bieten und schon aus diesem mechanischen Grunde eine einseitige Traube entstehen muß. Vielleicht gehören auch die bisher als Wickel (B, 3, c, β.) betrachteten Inflorescenzen der Borragineen hierher.

Fig. 261.
Traube des Johannisbeerstrauches (*Ribes rubrum*).

4) **Dolde, Schirm** (umbella): die gemeinschaftliche Axe ist verkürzt, die Blüten sind gestielt, die Stiele entspringen daher am Ende des Stengels und breiten sich strahlenförmig aus, so daß die Blüten oben in einer Ebene stehen (Fig. 262.). Wenn eine Dolde zum traubenförmigen Typus gehört, so zeigt sie acropetale Entwickelung, d. h. die Blüten der äußeren Doldenstrahlen blühen zuerst, die der innersten zuletzt auf. Die einfache Dolde kommt selten vor, z. B. am Epheu und an *Butōmus umbellātus* (Fig. 262.).

Fig. 262.
Dolde von *Butōmus umbellātus*, etwas verkleinert.

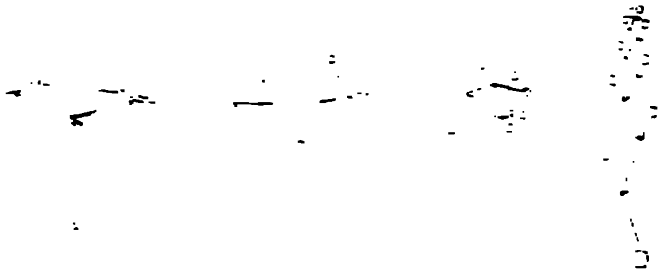
B **Trugdoldenförmige** oder **cymöse**[1] **Blütenstände.** Hier ist die §. 105.
Hauptaxe durch eine endständige Blüte, welche die älteste ist, abgeschlossen und trägt unterhalb derselben eine oder mehrere seitliche Blüten, welche jünger als jene sind, und daher auch später aufblühen. Unter den cymösen Inflorescenzen treten nun fast alle die Formen wieder auf, in denen die racemösen Blütenstände vorkommen, und wir unterscheiden darnach:

1) Das **cymöse**[1] **Köpfchen**, dem gewöhnlichen Köpfchen (A, 2.) ganz gleich, nur die endständige Blüte zuerst aufblühend, alle übrigen später, in abwärts schreitender Folge. Dieser seltene Fall kommt z. B. bei *Sanguisōrba officinālis* vor.

2) Die **cymöse**[1] **Traube**, einer gewöhnlichen Traube (
), aber die Axe hat eine endständige Blüte, welche schon abgeblüht hat, ubenartig

1) Cyma oder κῦμα eigentlich der junge Sproß am Kohl.

[illegible]



[illegible] Blütenstande.

[illegible]

[illegible] Trugdolde. [illegible]

[illegible]

[illegible]
[illegible] abgeblüht [illegible]

[illegible] Der Begriff der Trugdolde umfaßt aber noch [illegible] von dem verschiedenen Modus der Aus- [illegible] daß die meisten dieser Inflorescenzen keine [illegible] in zusammengesetzte übergehen, indem die [illegible] sich wiederum nach dem Typus der Cymen verzweigen, was [illegible] Verzweigungen fortsetzt. Bei den meisten Trugdolden [illegible] durch ihre Endblüte ein für allemal abgeschlossen [illegible] sich entwickelnden Seitenaxen weit überflügelt. Wir [illegible] in erster Linie nach der Zahl der seitlichen Axen, welche [illegible] entspringen, in folgende Arten:

[illegible] **Fleischaften** [illegible] **eigentliche Trugdolden oder cymöse Dolden**, d. h. [illegible] mehr Seitenaxen. Meist gehen diese Blütenstände in [illegible] Seitenaxe schließt mit einer Endblüte ab, verzweigt [illegible] wieder in derselben Weise wie die Hauptaxe. Am

[illegible] 2. Zusammengesetzt aus [illegible] mehr und [illegible] Spalt,
[illegible]

§. 105.

Fig. 265. **Trugdolde** oder **Pleiochasium** von *Euphorbia helioscopia*.

t Endblüte (oder mit Involucrum versehene blütenähnliche Inflorescenz), rings um dieselbe entspringen fünf Seitenaxen über je einem Deckblatte; letztere bilden zusammen eine Hülle. Jede Seitenaxe trägt wiederum eine Trugdolde s mit je drei Seitenaxen und je drei Deckblättchen.

Fig. 266. **Dichasium** von *Cerastium triviale*.

klarsten zeigt *Euphorbia* diesen Blütenstand (Fig. 265.). Bisweilen besteht die Neigung, in den weiteren Verzweigungsgraden die Seitenaxen in ungleicher Weise, nämlich die in peripherischer Richtung liegenden stärker zu fördern, d. h. es schreiten die gegen die Peripherie des Gesammtblütenstandes gekehrten Axen in höhere Verzweigungsgrade fort; so zeigt es z. B. die reich zusammengesetzte Trugdolde von *Sambucus nigra*. Das Extrem dieses Verhältnisses ist der Fall, wo die Seitenaxen erster Ordnung schon nicht mehr in der Form des Pleiochasium, sondern als Monochasien (c) sich ausbilden, wie bei *Sedum* (Fig. 267.) und anderen Crassulaceen.

b. **Dichasien**[1] oder dreiblütige Trugdolden (cymae triflorae), d. s. Cymen mit zwei gegenständigen Seitenaxen (Fig. 266.). Diese kommen besonders bei solchen Pflanzen vor, die überhaupt gegenständige Blattstellung haben; z. B. besonders bei Caryophyllaceen. Dieser Blütenstand besteht daher, wenn er einfach bleibt, nur aus drei Blüten: der endständigen Blüte, welche zuerst aufblüht, und den beiden seitlichen, welche später sich entfalten. Fast immer geht aber das Dichasium in höhere Verzweigungsgrade über, indem die beiden seitlichen Blütenstiele wiederum als Dichasium sich verzweigen, wobei ihre Verzweigungsebene, da ihre gegenständigen Deckblätter rechts und links von ihrer Mediane stehen (S. 35), rechtwinklich zur Verzweigungsebene der Hauptaxe steht; das gleiche Verhältniß wiederholt sich in allen weiteren Auszweigungen. Sind die beiden Seitenaxen an Stärke dem Blütenstiele der mittlen endständigen Blüte ungefähr gleich, so ist die Verzweigung des Blütenstandes dreitheilig (§. 16,3); übertreffen sie ihn aber an Stärke und Länge, so nähert sich die Verzweigung der falschen Dichotomie (§. 16,3). Auch beim Dichasium kommt es vor, daß die höhere Verzweigung in ein Monochasium (c) übergeht. Für alles dies bieten die Dichasien der Caryophyllaceen vielfache Beispiele.

c. **Monochasien.**[2] Hier besteht die Cyma nur aus ihrer endständigen Blüte und aus einer Seitenaxe, welche mit einer jüngeren Blüte abschließt. Dieser Blütenstand tritt immer als zusammengesetzter auf, d. h. an der einzigen Seitenaxe

1) Zusammengesetzt aus δίς zweifach und χάσις Spalt, Trennung. 2) zusammengesetzt aus μόνος einfach und χάσις Spalt, Trennung.

§. 105. wiederholt sich die monochasiale Verzweigung und Blütenbildung, und es entstehen daraus eigenthümliche Inflorescenzen, deren Aussehen von dem der eigentlichen Trugdolde sehr abweicht. Es werden nämlich die unter den aufeinanderfolgenden Auszweigungen gelegenen Fußstücke der einzelnen Zweige dicker als die Blütenstiele oberhalb der Verzweigung und legen sich in eine Flucht, ein Sympodium (§. 16,4) bildend; an diesem stehen die Blütenstiele gleichwie seitliche Zweige an einem Monopodium; aber von einer Aehre oder Traube und selbst von den einseitwendigen Trauben ist das Monochasium schon dadurch leicht zu unterscheiden, daß wenn Deckblätter vorhanden sind, diese den Blüten mehr oder weniger deutlich gegenüber stehen, weil das Sympodium ihr Achselsproß ist (s. Fig. 267.). Das Monochasium tritt besonders in folgenden Formen auf:

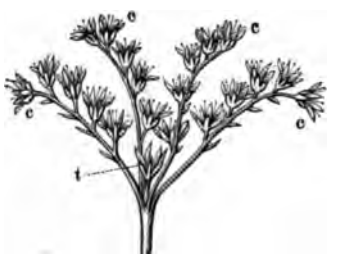


Fig. 267.
Blütenstand von *Sedum reflexum*, ein **Pleiochasium**, in welchem t die Endblüte und die vier seitlichen Zweige c in Form von **Monochasien** ausgebildet sind, und zwar von Wickeln, weil die Blüten abwechselnd in zwei Reihen am Sympodium stehen.

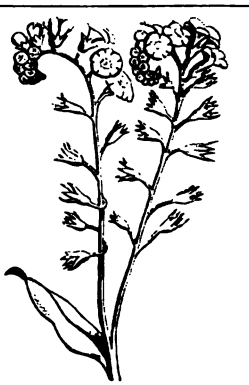


Fig. 268.
Zwei **Wickel** des Sumpfvergißmeinnicht (*Myosotis palustris*).

α. Die **Schraubel** (bostrix[1]) oder cyma[2]) unipăra[3]) helicoïdĕa[4]). Hier fallen die Seitenaxen alle nach ein und derselben Seite hin, und das ganze Verzweigungssystem liegt auf diese Weise nahezu in einer und derselben Ebene. Letzteres trifft am genauesten dann zu, wenn das am Zweige stehende Deckblatt senkrecht über dem vorhergehenden, also in der Mediane des Zweiges steht, was besonders bei Monokotyledonen der Fall ist. Die Sympodiumaxe ist oft mehr oder weniger in einer Schneckenlinie gekrümmt, und die an ihr in einer Reihe übereinander stehenden, nach oben allmählich jüngeren Blüten nehmen die convexe Seite des Sympodiums ein. Dieser Blütenstand findet sich bei manchen Liliaceen, wie *Hemerocăllis;* bei Juncaceen, z. B. *Juncus bufonius*, sind die Zweige der Spirre (C, 4.) in Form der Schraubel entwickelt.

β. Der **Wickel** (cincinnus[5]) oder cyma[2]) unipăra[3]) scorpioïdĕa[6]). Die Deckblätter und somit die Auszweigungen stehen nicht in der Mediane der Zweige, sondern abwechselnd je einer rechts und einer links von dieser, so daß die Blüten zwar auch einseitig am Sympodium stehen, aber in zwei Reihen. Der Wickel kommt vor z. B. bei *Drosĕra*, *Helianthĕmum*, *Scilla bifolia*, an den Zweigen der Trugdolde der *Sedum*- und *Sempervivum*-Arten (Fig. 267.). Die Blütenstände der Borragineen stimmen im fertigen Entwickelungszustande mit dem Wickel überein (Fig. 268.); nach manchen Botanikern sind sie aber als bilaterale Trauben (S. 241) zu betrachten, bei denen die Axe nur an ihrer Oberseite alternirend zwei Reihen

1) Βόστρυξ Locke, Ranke. 2) ☞ Seite 241, Note 1. 3) zusammengesetzt aus unus einer und parĕre erzeugen, weil die Axe immer nur je eine Blüte hervorbringt. 4) einer Locke, Schnecke oder Spirallinie (ἕλιξ) ähnlich. 5) Haarlocke. 6) einem Skorpion (σκορπίος) -Schwanz ähnlich.

von Blüten trägt und auf dieser Seite anfangs stärker wächst, was zur Folge hat, daß der jüngere Theil der Inflorescenz spiralig nach unten eingerollt ist.

γ. Der Fächel (drepanium[1]). Die consecutiven Seitenaxen fallen abwechselnd nach rechts und links, so daß das Sympodium hin und her gebogen erscheint und die Blüten in zwei gegenüberstehenden Zeilen alternirend trägt. Auch dies hat zur Voraussetzung, daß die Deckblätter in die Mediane der Zweige fallen, aber an die hintere der Abstammungsaxe zugekehrte Seite derselben. Diese Inflorescenz haben manche Pflanzen mit zweizeiliger Blattstellung, indem die letztere sich auch auf die Hochblätter und die Verzweigung des Blütenstandes fortsetzt; z. B. bei vielen Irideen, wie *Gladiolus* ꝛc.

d. **Besondere Formen von Cymen.** Es giebt einige cymöse Inflorescenzen, welche von den unter a. bis c. erläuterten Formen nicht principiell verschieden sind, aber wegen ihres eigenthümlichen Aussehens besondere Namen erhalten haben. Sind die Blütenstiele eines Dichasiums oder Pleiochasiums verhältnißmäßig kurz, so daß die Blüten nahe zusammenrücken, aber in ziemlich gleicher Richtung und gleich hoch stehen, so nennt man dies Büschel (fasciculus), z. B. bei *Dianthus Carthusianorum* (Fig. 269.). Die meisten cymösen Inflorescenzen können auch in der Form des Knäuel (glomerulus) auftreten; in diesem Falle sind die Blütenstiele noch mehr verkürzt, die Blüten also fast sitzend und unregelmäßig gehäuft, wie bei *Chenopodium*, *Beta*, *Herniaria* (Fig. 270.), *Adoxa moschatellina* ꝛc.

Fig. 269.
Blütenbüschel der Karthäuser-Nelke (*Dianthus Carthusianorum*).

Fig. 270.
Kables Bruchkraut (*Herniaria glabra*) mit **Blütenknäuln**, welche am Stengel und an den Zweigen traubig angeordnet sind (A). B Blüte. C Stengelstück mit Nebenblättern a.

C. **Zusammengesetzte Blütenstände.** Die bisher betrachteten Inflorescenzen können als einfache bezeichnet werden, weil sie begriffsgemäß nur aus der Hauptaxe und aus Seitenaxen erster Ordnung bestehen, welche unmittelbar je eine Blüte tragen. Allerdings haben wir bei den cymösen Blütenständen schon erwähnen müssen, daß diese gewöhnlich nicht in der einfachen Form, sondern wegen weiterer Verzweigung der seitlichen Blütenstiele als zusammengesetzte Inflorescenzen auftreten. Aber die Fälle, wo an der Stelle der einzelnen Blüten eines Blütenstandes Inflorescenzen stehen, also eine Mehrzahl solcher zu einem sogenannten zusammengesetzten Blütenstande vereinigt sind, sind noch viel weiter

§. 106.

1) Von δρέπανον Sichel.

§. 106.

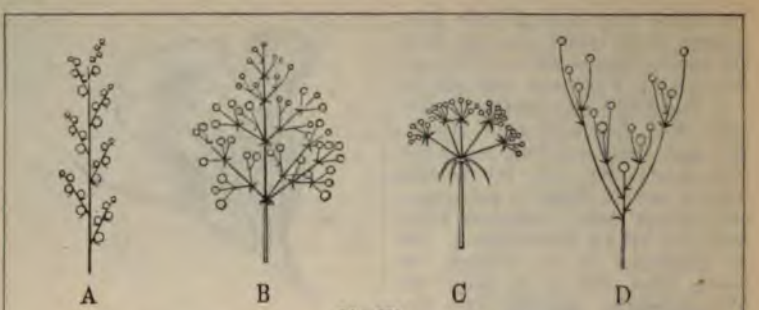


Fig. 271.
Schematische Formen **zusammengesetzter Blütenstände.**
A Zusammengesetzte Aehre. B Rispe. C Zusammengesetzte Dolde. D Spirre.

verbreitet. Wenn die zusammengesetzte Inflorescenz lauter solche secundäre Inflorescenzen trägt, welche von gleicher Art wie sie sind, so bezeichnet man sie mit dem dieser Art zukommenden Namen unter Hinzufügung des Wortes „zusammengesetzt". Daher giebt es:

1) Zusammengesetzte Aehren (Fig 271, A), wenn eine Aehrenspindel statt der Blüten secundäre Aehren trägt, wie bei den gewöhnlich sogenannten Aehren des Getreides, des Lolchs (Fig. 272.) ꝛc., wo die Aehrchen (Fig. 256.) zu einer zusammengesetzten Aehre vereinigt sind.

2) Eine zusammengesetzte Traube heißt **Rispe** (panicula). Hier sind die Aeste einer Traube zu secundären Trauben ausgebildet. Gewöhnlich sind die von unten nach oben aufeinanderfolgenden Aeste der Rispe in abnehmendem Grade verzweigt; die untersten Aeste können selbst wieder secundäre Rispen sein, so daß die ganze Inflorescenz mehrfach zusammengesetzt ist; weiter oben folgen dann Aeste, die einfach racemös, ganz oben solche, die einfache Blütenstiele sind (Fig. 271, B). Die Rispe der Gräser (Fig. 256.) gehört eigentlich zu den gemischten Blütenständen, weil die auf den Rispenästen stehenden Bildungen keine Blüten sondern Aehrchen sind.

Fig. 273.
Ein Theil der Spindel der zusammengesetzten Aehre des Weizens, von der Seite gesehen; durch Ausschnitte gegliedert, auf welchen die Aehrchen einzeln sitzend die Aehre bildeten.

Fig. 272.
Zusammengesetzte Aehre des **Taumellolch** (*Lolium temulentum*), bestehend aus fünf vielblütigen Aehrchen, deren schmale Seite der Spindel der zweizeiligen Aehre zugekehrt ist.

3) Zusammengesetzte Dolden (Fig. 271, C), wo die Zweige einer Dolde secundäre Dolden tragen, wie bei den meisten Umbelliferen (Fig. 243.). Man nennt dann die ganze Inflorescenz auch schlechthin Dolde, die secundären Blütenstände Doldchen (umbellula). Die ganze Dolde besitzt dann oft eine Hülle (involucrum, §. 103.); jedes Doldchen ein Hüllchen (involucellum).

4) Zusammengesetzte cymöse Trauben unterscheiden sich von der Rispe (Nr. 2) wie die cymöse Traube von der racemösen Traube, also nur dadurch, daß die einzelnen Zweige mit einer Endblüte abschließen, welche früher als ihre seitlichen Blüten sich öffnen. Darum werden auch diese Inflorescenzen als Rispe bezeichnet. Solche finden sich z. B. bei *Valeriāna*. Eine besondere Form der cymösen

Rispe ist die **Spirre** (anthēla[1]). Hier bleibt die mit einer Blüte abschließende Hauptaxe verhältnißmäßig kurz und wird von den Seitenaxen weit überflügelt; diese bringen wieder nahe unter ihrer Endblüte Zweige, welche weit über diese emporwachsen (Fig. 274.). Die Inflorescenz ähnelt darin der zusammengesetzten Trugdolde (B, 3.) und ist eine Mittelbildung zwischen dieser und der cymösen Rispe; von der Trugdolde unterscheidet sie sich dadurch, daß die Zweige nicht in gleicher Höhe, sondern nach racemöser Art in ungleichen Höhen entspringen. Die Spirre findet sich bei *Spiraea filipendula* und sehr verbreitet in der Familie der Juncaceen.

5) Die zusammengesetzte Trugdolde, insbesondere das zusammengesetzte Pleiochasium und Dichasium ist schon oben (B, 3.) erwähnt worden.

Gemischte Blütenstände sind solche zusammengesetzte Inflorescenzen, bei denen die secundären Blütenstände von anderer Art sind, als der Hauptblütenstand. Es sind selbstverständlich viele Combinationen von Inflorescenzen denkbar, und von diesen kommt auch eine große Zahl in der Natur wirklich vor. Folgendes sind Beispiele für die gewöhnlichsten derartigen Fälle.

1) Aehren in eine Traube vereinigt, bei manchen Gräsern, wie *Melica nutans*, *Bromus racemōsus*.

2) Aehren in eine Rispe vereinigt, bei zahlreichen Gräsern, wie *Poa*, *Festūca*, *Bromus*, *Agrōstis* ꝛc.

3) Köpfchen in eine Traube vereinigt, bei *Petasītes*.

4) Köpfchen in eine Doldentraube vereinigt, bei *Achillea*, *Tanacētum* (Fig. 275.) und vielen anderen Compositen.

5) Köpfchen in eine Rispe vereinigt, bei *Artemisia*.

6) Köpfchen in eine cymöse Inflorescenz vereinigt, bei *Scabiōsa*, *Chrysanthēmum*, *Anthēmis*, *Hieracium*, *Crepis*, *Leontōdon* und vielen anderen Compositen.

7) Dichasien oder Pleiochasien in eine Traube vereinigt. Hierher gehören die für die Labiaten

Fig. 274. **Spirre** von **Luzula albida.**

Die mit der Gipfelblüte t abschließende Hauptaxe ist kürzer als die sie überflügelnden Seitenaxen a, b, c, d, e ꝛc. Diese haben wieder die Form einer Spirre, aber jeder höher stehende ist schwächer entwickelt als der vorhergehende.

Fig. 275.

Blütenstand von *Tanacētum vulgāre*, Köpfchen in eine Doldentraube vereinigt.

1) Ἄνθηλη, Blüte, Blütenbüschel.

§. 106. charakteristischen Inflorescenzen, welche man als Verticillastren[1] bezeichnet. Der Stengel endigt hier immer in eine Traube, welche zusammengesetzt ist aus einer Anzahl gesondert übereinander stehender scheinbarer Blütenquirle (Fig. 276.), die nach oben successiv jünger werden, was den racemösen Charakter der ganzen Inflorescenz beweist. Es handelt sich aber hier nur um scheinbare Quirle; jeder besteht bei genauerer Betrachtung aus zwei gegenständigen Deckblättern, und die in der Traube aufeinander folgenden Deckblattpaare stehen decussirt (§. 18.). Jedes Deckblatt trägt in seiner Achsel eine secundäre Inflorescenz, welche somit die Hälfte eines Blütenquirles bildet. Dieselbe ist immer eine Cyma, bei den meisten Labiaten ein Dichasium. Den einfachsten Fall zeigt *Scutellaria* (Fig. 277, A), wo jedes Deckblatt in seiner Achsel einen Blütenstiel mit einer einzigen Blüte trägt; es ist die Endblüte des Dichasiums, wir bemerken unter ihr am Blütenstiele die beiden rechts und links vom Deckblatte stehenden sehr kleinen gegenständigen Deckblättchen, die hier aber keine seitlichen Blüten erzeugen. Das vollständige dreiblütige Dichasium ist z. B. bei *Salvia pratensis* (Fig. 277, B) entwickelt, so daß der ganze Blütenquirl hier von sechs um den Stengel herumstehenden Blüten gebildet wird. Bei den meisten Labiaten setzt sich aber die Verzweigung nach der gewöhnlichen Art der zusammengesetzten Dichasien noch weiter fort, so daß jeder Halbquirl aus mehr als drei Blüten besteht (Fig. 277, C); nur bleiben gewöhnlich die Verzweigungen so verkürzt, daß die Inflorescenz mehr als Büschel (§. 105, 3, d) erscheint. Trotzdem können die consecutiven Deckblättchen deutlich ausgebildet sein und erleichtern dann die Deutung der Inflorescenz (Fig. 277, C); oft sind sie aber auch gänzlich unterdrückt.

Fig. 276.
Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*).
1 Oberer Theil des Stengels mit der endständigen, aus Blütenquirlen (Verticillastren) zusammengesetzten Traube.
2 Blumenkrone aufgeschlitzt und ausgebreitet.
3 Blüte von vorn,
4 von hinten.
5 Fruchtknoten mit Griffel.

8) Dichasien oder Pleiochasien in eine Rispe vereinigt. Manche reichverzweigte Rispen haben in ihren letzten Verzweigungen kurze, ausgesperrte Zweiglein nach dem Typus eines Dichasiums oder wohl auch eines Pleiochasiums angeordnet; man nennt sie dann Strauß (thyrsus), weil sie meist einen ungefähr eiförmigen Umriß und viele ziemlich dicht beisammenstehende Blüten haben, wie z. B. bei der Syringe, beim Liguster, beim Weinstock. — Knäuel in eine Rispe vereinigt haben z. B. *Chenopodium*, *Atriplex*, *Beta* ꝛc.

9) Monochasien in eine Trugdolde vereinigt, bei *Sedum*, *Sempervivum* und anderen Crassulaceen (Fig. 267.).

---

1) Von verticillus Quirl.

§. 107.

Die Blütenstände hinsichtlich ihrer Blütenarten. Bei vielen Pflanzen giebt es nur einerlei Blüten und dann enthalten die Blütenstände auch lauter gleiche Blüten. Aber häufig finden sich an einer und derselben Pflanze verschiedene Arten Blüten, und dann ist die Vertheilung derselben auf die Inflorescenzen beachtenswerth. An kopf- und doldenartigen Blütenständen haben oft die am äußeren Rande der Inflorescenz stehenden Blüten andere Blumenkronen als die übrigen, nämlich sogenannte Strahlblüten, d. h. solche, bei denen ein oder mehrere radial nach außen gekehrte Zipfel oder Blätter der Blume bedeutend größer sind, die Blüte also zygomorph (§. 8.) ist. Von den Köpfchen der Compositen ist dies oben (S. 240) bereits erwähnt worden; dasselbe Verhältniß findet sich an den Dolden der meisten Umbelliferen, an Doldentrauben bei *Ibĕris*, an Trugdolden bei *Vibŭrnum*. Bei den Köpfchen der Compositen kommt noch hinzu, daß die Strahlblüten von den Scheibenblüten oft auch durch ihre Geschlechtsverhältnisse sich unterscheiden. Darauf beziehen sich folgende Bezeichnungen im Linné'schen Systeme. Die Ordnung *Aequālis* begreift diejenigen Compositen, deren Köpfchen lauter gleichartige Zwitterblüten enthält, wie in der Gruppe der Cynareen (z. B. *Cirsĭum*) und der Liguliflоren oder Cichoriaceen. Die Ordnung *Superflŭa* bezeichnet diejenigen, wo die Scheibenblüten zwitterig, die Strahlblüten weiblich, aber beide fruchtbar sind, d. h. Früchte erzeugen, wie z. B. bei *Anthĕmis*, *Matricaria*, *Chrysanthĕmum* ꝛc. In der Ordnung *Frustranĕa* sind die Scheibenblüten zwitterig und allein fruchtbar, die Strahlblüten weiblich oder geschlechtslos (§. 109.) und immer unfruchtbar, z. B. bei *Centaurĕa*, *Helianthus* ꝛc. Zu der Ordnung *Necessaria* gehören diejenigen, wo die Scheibenblüten männlich und unfruchtbar, die Strahlblüten weiblich und allein fruchtbar sind, wie bei *Calendŭla* und *Tussilāgo*. Auch bei anderen Pflanzen mit diclinischen Blüten (§. 109.) ist die Vertheilung der Geschlechter an den Inflorescenzen von Wichtigkeit. Männliche und weibliche Blüten können an einem und demselben Blütenstande vorkommen. So haben die Kolben mancher Aroideen die weiblichen Blüten unten, und darüber die männlichen (Fig. 252.). Aehnliches

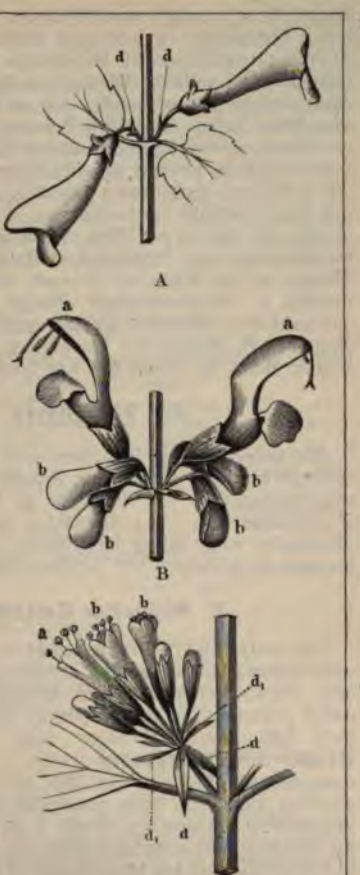


Fig. 277. **Verschiedene Formen der Verticillastren der Labiaten.**

A *Scutellaria galericulāta.* Jedes der beiden achselständigen Dichasien besteht nur aus einer Blüte; die beiden gegenständigen Deckblätter d jedes Blütenstieles haben keine seitlichen Blüten in ihrer Achsel gebildet.

B *Salvia pratensis.* Die beiden Dichasien sind vollständig; jedes besteht aus der schon aufgeblühten Endblüte a und den beiden jüngeren seitlichen Blüten b b.

C *Mentha sativa.* Von den beiden Dichasien des Verticillastrum ist nur das eine dargestellt; es ist mehrblütig, a die älteste endständige Blüte, b b die beiden seitlichen Blüten, welche aus der Achsel der Deckblätter d d entspringen; die Stiele derselben sind wiederum dichasial verzweigt, indem sie am Grunde rechts und links Deckblätter d_1 tragen, aus deren Achsel i[illegible] hospe hervorgegangen ist

findet in den Aehrchen mancher Gräser und Halbgräser statt. Zweitens können die beiden Geschlechter in besonderen Inflorescenzen stehen, die aber zusammen einen einzigen zusammengesetzten Blütenstand bilden. So giebt es bei vielen *Carex*-Arten männliche und weibliche Aehrchen, welche in eine zusammengesetzte Aehre geordnet sind. *Sparganium* hat männliche und weibliche Blütenköpfchen, welche zusammen in einer Rispe stehen. In solchen Vereinigungen pflegen die männlichen Inflorescenzen den oberen, die weiblichen den unteren Theil des Gesammtblütenstandes einzunehmen. Oder endlich die beiderlei eingeschlechtigen Inflorescenzen sind von einander getrennt, indem sie auf verschiedenen Sprossen stehen, doch befindet sich auch dann oft die männliche oberhalb der weiblichen. Dieselben sind hierbei oft auch von verschiedener Form. So hat der Mais die männlichen Blüten in einer endständigen Rispe, die weiblichen auf seitenständigen Kolben, der Haselnußstrauch die männlichen in Kätzchen auf der Spitze des Zweiges, die weiblichen in kleinen Zapfen in den Seitenknospen, ꝛc. Bei zweihäusigen Pflanzen, deren männliche und weibliche Blütenstände auf verschiedene Pflanzenindividuen vertheilt sind, sind dieselben entweder von gleicher Form, z. B. Kätzchen bei den Weiden und Pappeln, oder verschieden, z. B. beim Hopfen bilden die männlichen eine Rispe, die weiblichen einen Zapfen.

B. Die Blüten der Angiospermen.[1]

§. 108. Mit diesem Namen bezeichnen wir diejenigen Phanerogamen, bei welchen die Samenknospen in einem von Fruchtblättern gebildeten Stempel (s. unten I, 3) eingeschlossen sind, im Gegensatze zu den Gymnospermen (§. 135.), wo die Fruchtblätter keine solche Umhüllung um die Samenknospen bilden. Da zu diesen Merkmalen noch andere Unterschiede in der Blütenbildung beider Abtheilungen kommen, so betrachten wir dieselben hier gesondert.

I. Allgemeine Unterscheidung der Blütentheile.

Jede vollständige Blüte besteht aus mehreren aufeinander folgenden Kreisen verschiedenartig gebildeter Blätter, welche sämmtlich **Blütenblätter** genannt werden. Die gemeinschaftliche Axe, auf welchem diese Theile entspringen, heißt **Blütenaxe, Frucht-** oder **Blütenboden** (torus[2], thalămus[3] oder receptacŭlum[4], Fig. 285, 288. ꝛc.). Die einzelnen Blattkreise stehen gewöhnlich nahe zusammengedrängt um einander, indem sie an der Blütenaxe sehr nahe über einander entspringen. Man spricht in dieser Beziehung von den äußeren und inneren Blütenblättern. Die einzelnen Blätter eines und desselben Kreises sind im Wesentlichen einander gleich, die einzelnen Kreise aber haben verschiedenen Charakter. Dieses sind von außen nach innen folgende (vgl. Fig. 278.):

Fig. 278.
Schematische Darstellung einer vollständigen Blüte, die einzelnen Blütenkreise der Deutlichkeit halber weit auseinandergerückt. c Kelch, p Blumenkrone, a Androceum oder Staubgefäßkreis, g Gynäceum oder Pistill.

1) Die **Blütenhülle** oder **Blütendecke** (perianthĭum[5]), ein oder mehrere äußerste Kreise meist deutlich blattförmiger Organe. Sie bilden die Bedeckung der Blüte solange diese noch geschlossen ist, in welchem Zustande sie Blütenknospe (alabastrum) heißt. Wenn die Blütenhülle einfach ist oder zwar aus zwei, jedoch gleichartigen Blattkreisen besteht, so heißt sie **Perigon** (perigonĭum[6]). Wenn aber ein äußerer Kreis krautige (§. 23, 16) Beschaffenheit hat und ein innerer aus farbigen und zarten Blättern besteht, so wird der erstere als **Kelch**

1) Zusammengesetzt aus ἀγγεῖον Behältniß und σπέρμα Samen. 2) Wulst, Polster, Lager. 3) θάλαμος Wohnort, Bett. 4) Behälter, Niederlage. 5) zusammengesetzt aus περὶ ringsum und ἄνθος Blüte. 6) zusammengesetzt aus περὶ ringsum und γόνος Brut, Samen, hier Zeugungstheile der Blüte.

(calyx), seine Blätter als Kelchblätter (sepăla[1]), der letztere als **Blumenkrone** oder **Blume, Corolle** (corŏlla, seine Blätter als Blumenblätter (petăla[2]) bezeichnet.

2) Die **Staubgefäße, Staubblätter, Staminen** (stamĭna[3]), d. s. die von der gewöhnlichen Form des Blattes meist ziemlich abweichenden Organe, welche den Blütenstaub erzeugen. Da sie die männlichen Geschlechtsorgane darstellen, so werden sie in ihrer Gesammtheit in der Blüte als **Andröceum**[4]) bezeichnet.

3) Der **Stempel** oder das **Pistill** (pistillum[5]), der innerste und also in der Mitte befindliche, in der Ein- oder Mehrzahl vorhandene Körper, welcher die Samenknospen einschließt und welcher aus einem oder mehreren mit den Rändern zusammengewachsenen Blättern, den **Fruchtblättern** oder **Carpellen** (carpella[6]) gebildet ist. Diese Formation der Blüte heißt, da sie die weiblichen Organe darstellt, das **Gynäceum**[7]).

II. Eintheilung der Blüten.

Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen der im Vorstehenden bezeichneten Blütenblätter unterscheidet man mehrere Arten von Blüten, und zwar: §. 169.

a. Hinsichtlich **aller** vier Blattformationen heißt die Blüte, wenn
- alle vier Blattformationen da sind (und also die **Blütenhülle doppelt** ist (Kelch u. Blkrone, flos complētus, Fig. 285.). und also auch Staubgefäße und Pistille da sind (fl. hermaphrodĭtus[8]), Fig. 285.). **Vollständig. Zwitterblüte.** ☿
- eine der vier Blattformationen fehlt (fl. incomplētus). **Unvollständig.**

b. Hinsichtlich der Blütenhülle heißt die Blüte, wenn
- sie nur eine **einfache Blütenhülle** (perigonĭum[9]) hat (fl. monochlamydĕus[10]), Fig. 279, 284.) ..... **Perigonblüte.**
- sie ganz ohne Blütenhülle ist (fl. nudus, Fig. 280.) .... **Nackt.**

c. Hinsichtlich der zwei **innern** Blattformationen (Staubgefäße und Pistille) heißt die Blüte, wenn
- Stbgf. und Pistille in derselben Blüte **da sind** (Fig. 284, 285 ꝛc.): zweigeschlechtig, **monoklinisch** (fl. monoclīnus[11]), einbettig oder ..... **Zwitterblüte.** ☿
- Stbgf. **oder** Pistille **fehlen:** eingeschlechtige, zweibettige oder **diklinische** Blüten (fl. diclīnus[12]), welche einhäufig (monoïcus[13]) oder zweihäufig (dioïcus[14]) heißen, je nachdem beide Arten Blüten auf einer und derselben oder auf zwei verschiedenen Individuen vorkommen.
  - wenn **nur** Stbgf. da sind (fl. masculus, Fig. 279, 280, B) ... **Männlich.** ♂
  - wenn **nur** Pistille da sind (fl. femĭneus, Fig. 279.). **Weiblich.** ♀
- Stbgf. und Pistille fehlen oder nur wenig entwickelt (**unfruchtbar**) sind (fl. neuter oder sterilis) ..... **Geschlechtslos.**

Hierzu ist zu bemerken, daß nackte Blüten nur aus den Sexualorganen, und wenn sie zugleich eingeschlechtig sind, nur aus den Staubgefäßen oder nur aus dem Pistill, also aus dem einzigen integrirenden Bestandtheile, der nothwendig zum Begriff der Blüte gehört, bestehen. Bei den eingeschlechtigen Blüten sind entweder männliche und weibliche Blüten bis auf das fehlende Geschlecht einander gleich; man kann sie sich entstanden denken aus einer Zwitterblüte dadurch, daß das eine der beiden Geschlechter fehlgeschlagen ist. Solche Blüten heißen durch Fehlschlagen eingeschlechtig (fl. abortu diclines[15]). So entsteht z. B. bei *Fraxinus excelsior* die aus zwei Staubgefäßen bestehende männliche Blüte (Fig. 280, B) aus der Zwitterblüte (A), wenn das Pistill sich nicht entwickelt. Bei einer zweiten Klasse von diclinischen Blüten sind beiderlei Blüten in allen Theilen nach einem ganz verschiedenen Typus gebaut, so daß keine von der anderen oder von einer gemeinsamen Zwitterform sich ableiten läßt. Diese nennt man typisch eingeschlechtige (fl. typice diclines[16]). So z. B. bei *Atriplex* (Fig. 279.), wo die männliche Blüte ein fünfblättriges, die weibliche ein zweiblättriges Perigon hat, beim Hopfen, wo das Perigon der männlichen Blüte fünftheilig, das der

1) Vielleicht von separ getrennt. 2) πέταλον Blatt. 3) stamen Aufzug am Webstuhl, Faden. 4) zusammengesetzt aus ἀνήρ, ἀνδρός Mann und οἶκος Haus. 5) Stempel, Mörserkeule. 6) von καρπός Frucht. 7) γυναικεῖον (von γυνή Weib) das Weiberhaus. 8) ἑρμαφρόδιτος der Zwitter. 9) ☞ Seite 2[illegible] 10) zusammengesetzt aus μόνος einfach und χλαμύς das Kleid. 11) zusamme[illegible]νος einfach und κλίνη Bett. 12) zusammengesetzt aus δίς doppelt und κλίν[illegible]mengesetzt aus μόνος ein und οἶκος Haus. 14) zusammengesetzt aus δίς zw[illegible]

Fig. 279.

Typisch eingeschlechtige Blüten von *Atriplex latifolia*.

a die männliche Blüte mit fünf Perigonblättern und fünf Staubgefäßen. b die weibliche Blüte mit zweiblättrigem Perigon. c durch Wachsthum vergrößertes Fruchtperigon, mit seinen beiden dreieckigen, eingeschnittenen Blättern das Nüßchen bedeckend.

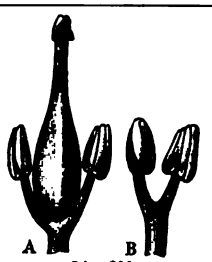


Fig. 280.

Nackte Blüten der Esche (*Fraxinus excelsior*).

A Nackte Zwitterblüte, nur aus dem Stempel und zwei Staubgefäßen bestehend. B Nackte, durch Fehlschlagen eingeschlechtige männliche Blüte, nur aus den beiden Staubgefäßen bestehend.

weiblichen einblätterig und schlauchförmig ist, ꝛc. Bei Pflanzen mit durch Fehlschlagen eingeschlechtigen Blüten kommen auch wirklich oft zugleich Zwitterblüten vor; so z. B. bei der Esche (Fig. 280.), beim Ahorn ꝛc. Dieses Verhältniß, wo also bei einer und derselben Pflanze sowohl Zwitterblüten als auch dicliniſche vorkommen, nennt man vielehig oder polygam (fl. polygämi[1]).

III. Grundriß oder Diagramm der Blüte oder Zahl und Anordnung der Blütenblätter.

§. 110. Der verschiedene Bau der Blüten beruht zum großen Theil auf der Zahl und Anordnung der Blütenblätter. Um diese Verhältnisse in einfacher Weise zu versinnlichen und viele Blüten in dieser Hinsicht vergleichen zu können, dient der **Blütengrundriß** oder das **Diagramm**, d. i. ein Schema, in welches die Blütentheile im Grundriß nach Zahl und Stellung eingezeichnet sind; man stellt die Theile nur durch Zeichen dar, die ungefähr ihrem Querdurchschnitt ähnlich sehen (vgl. Fig. 281—283.).

Denkt man sich die Blüte als seitliches Organ an einer Hauptaxe, was sie auch immer ist, wenn sie keine endständige Einzelblüte ist, so hat man ihre durch Blüte und Hauptaxe gehende Mediane (§. 17.) festzustellen und nennt die nach der Hauptaxe gekehrte Seite die hintere, die entgegengesetzte, dem Deckblatte zugekehrte, die vordere. In Bezug auf diese Stellungen heißen die Blütenblätter vordere, hintere, seitliche (vgl. Fig. 281—283.).

Cycliſche[2] Blüten. Die Stellung der Blütenblätter stimmt meist mit der Blattstellung (§. 17—19.) in der Laubblattregion derselben Pflanze nicht überein. Was wir im allgemeinen Blütenkreise genannt haben, sind in den meisten Fällen wirkliche Quirle (§. 18.). Doch stehen gewöhnlich die Blätter des Kelches, wohl auch die der Blumenkrone, besonders wenn deren fünf vorhanden sind, in einer allerdings äußerst niedergedrückten Spirale nach $^2/_5$ Stellung (§. 19.), wie man deutlich aus der Deckung dieser Blätter in der Knospe (z. B. Fig. 334, A) erkennt. Allein die Stellung nähert sich so sehr einem Quirl, daß man sie als einen Blütenkreis auffassen kann. Blüten, in denen alle Formationen Kreise sind, nennt man cycliſche[2] Blüten. Die Zahl der Blätter, die einen Kreis bilden, ist gewöhnlich für jede Blüte, insbesondere für jeden Blütenblattkreis eine bestimmte. Man unterscheidet darnach zwei-, drei-, vier-, fünfgliedrige oder -zählige oder dimere,[3] trimere,[4] tetramere,[5] pentamere[6] Blütenkreise. Für die meisten Monokotyledonen (§. 131.) ist die Dreizahl in den Blüten charakteristisch (vgl. Fig. 281, 284.): bei vielen Dikotyledonen (§. 131.) dagegen herrscht die Fünfzahl (vgl. Fig. 282, 283.).

1) Zusammengesetzt aus πολύς viel und γάμος Ehe. 2) von κύκλος Kreis. 3) zusammengesetzt aus δίς zweifach und μέρος Theil. 4) zusammengesetzt aus τρίς dreifach und μέρος Theil. 5) zusammengesetzt aus τέτρα vier und μέρος Theil. 6) zusammengesetzt aus πέντε fünf und μέρος Theil.

§. 110.

Blütendiagramme.

Fig. 281.
Lilie.

Fig. 282.
Lein.

Fig. 283.
Schmetterlingsblüte.

Die aufeinanderfolgenden Kreise von außen nach innen bedeuten: Kelch, Blumenkrone (beziehendlich zwei Perigonkreise), ein oder zwei Staubgefäßkreise, Pistill. Der Punkt oben bedeutet die Stellung der Hauptachse des Blütenstandes, also die hintere Seite der Blüte.

Dimere Blüten haben z. B. *Circaea* und *Majanthemum*, tetramere z. B. *Oenothera*, viele Rubiaceen, Celastrineen, hexamere *Lythrum*, heptamere als seltenster Fall *Trientalis*. Noch höhere Zahlen, bis zu 20, in wirklichen Quirlen zeigt z. B. das Androeceum und Gynäceum von *Sempervivum*.

Es giebt Blüten, deren sämmtliche Formationen gleichgliederig sind. So sind z. B. bei den Juncaceen, Liliaceen, Irideen alle Blütenkreise dreizählig (vgl. das Diagramm Fig. 281., sowie Fig. 284.), bei den Lineen, Geraniaceen alle fünfzählig (vgl. das Diagramm Fig. 282.). Oft treten aber auch, besonders im Gynäceum, andere Zahlen auf als in den übrigen Kreisen, und dann ist hier gewöhnlich die Zahl der Glieder eine geringere. So haben z. B. die Violaceen und Droseraceen ein dreigliedriges Gynäceum, die Umbelliferen ein zweigliedriges, die Papilionaceen ein eingliedriges, während in den übrigen Formationen der Blüten aller dieser Pflanzen die Fünfzahl herrscht (vgl. das Diagramm Fig. 283.). Jeder Blütenkreis besteht gewöhnlich aus einem einzigen Quirl. Er kann aber auch von zwei oder mehreren mit einander abwechselnden Quirlen gebildet werden, die dann wie ein einziger Quirl aussehen. Auf diese Weise kommt bei den Monokotyledonen das meist sechsblättrige (aus zwei dreigliedrigen Quirlen bestehende) Perigon zustande, wie hier auch meist sechs Staubgefäße (drei in je zwei Quirlen) vorkommen, während das Gynäceum nur einen einfachen dreizähligen Quirl bildet (vgl. das Diagramm Fig. 281. und Fig 284.). Ebenso sind die in vielen fünfgliedrigen Blüten der Dikotyledonen vorhandenen zehn Staubgefäße zwei fünfgliedrige Kreise. Die meisten derjenigen Blüten, welche doppelt soviel Staubgefäße haben, als Blumenblätter, und die man deßhalb diplostemone[1]) nennt, besitzen also zwei Kreise von Staubgefäßen mit je der ordnungsmäßigen Gliederzahl. Es giebt auch Blüten, in denen mehrere Kreise von Staubgefäßen mit gewöhnlicher Gliederzahl auf einander folgen, z. B. bei *Aquilegia*, welche fünf Kelchblätter, fünf Blumenblätter und mehrere dicht übereinanderstehende fünfgliederige Kreise von Staubgefäßen hat. Nun kommt es aber auch vor, daß die Glieder eines und desselben Blütenkreises wirklich zahlreicher sind, als die des vorhergehenden Kreises. Auch auf diese Weise kann die Zahl der Staubgefäße sich vermehren. Denkt man sich den betreffenden Kreis

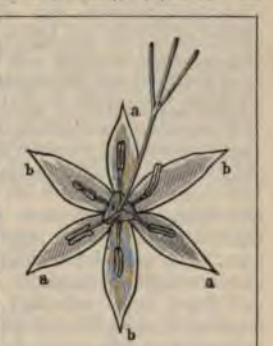


Fig. 284.

Cyclische Blüte von *Luzula campestris*, alle Blütenkreise dreigliederig. aaa die Blätter des äußeren, bbb die des inneren Kreises des Perigons, welches dadurch sechsblätterig wird. Ebenso die sechs Staubgefäße in zwei alternirenden Kreisen. In der Mitte das dreiblättrige Pistill.

1) Zusammengesetzt aus διπλόος doppelt und στήμων der Aufzug am Webstuhl, so viel als stamen Staubgefäß.

§. 110. so, wie er aussehen müßte, wenn die gewöhnliche Gliederzahl in ihm herrschte, so findet man, daß eine solche Vermehrung auf zweierlei Art möglich ist. Entweder sind außer den Gliedern, die man erwarten muß, noch andere vorhanden, welche die Lücken zwischen jenen ausfüllen. Man kann dieses Verhältniß Chorise[1] nennen. Es kommt namentlich bei Blüten mit sehr zahlreichen Staubgefäßen vor, z. B. bei Papaveraceen, Cistaceen ꝛc. Oder man findet, daß an der Stelle jedes der zu erwartenden Staubgefäße deren zwei oder mehrere stehen, was man als Dédoublement[2] bezeichnet. So sind z. B. die Blütenkreise bei *Butŏmus umbellātus* trimer; wir finden drei äußere, drei innere Perigonblätter und darauf zwei Staminalkreise, in dem äußeren aber an Stelle jedes Staubgefäßes deren je zwei paarweise beisammenstehende, im inneren Kreise dagegen drei einzelne Stamina. Auch die Blumenkrone und das Andröceum der Cruciferen werden durch Dédoublement erklärt: die Kreuzblüte (Fig. 285.) hat zwei dimere Kreise von Kelchblättern, der

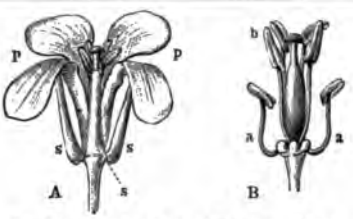


Fig. 285. Eine Kreuzblüte vom Raps.

A Die ganze Blüte, von der Vorderseite gesehen. s die Kelchblätter, von denen die beiden seitlichen und das vordere sichtbar. p die vier mit den Kelchblättern abwechselnden, im Kreuz stehenden Blumenblätter, zwei nach vorn, zwei nach hinten gekehrt.

B Die Blüte nach Entfernung der Kelch- und Blumenblätter, in derselben Stellung wie A. Auf dem Blütenboden, welcher mehrere Drüsen zeigt, stehen die beiden kurzen seitlichen Staubgefäße a a und die vier längeren Staubgefäße b, welche deutlich oberhalb der kurzen entspringen, als innerer Kreis, und paarweise (durch Dédoublement entstanden) an der vorderen und hinteren Seite stehen. In der Mitte das Pistill.

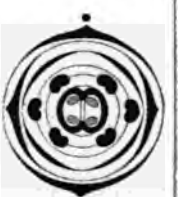


Fig. 286. Blütendiagramm der Kreuzblüte (von Fig. 285.); zeigt die in nebenstehender Figur beschriebenen Theile im Grundriß.

erste Kreis besteht aus einem vorderen und hinteren, der zweite aus einem rechten und linken Kelchblatte; dann folgen vier diagonal dazu stehende Blumenblätter, zwei nach vorn, zwei nach hinten, wahrscheinlich jedes Paar durch Dédoublement entstanden; von den sechs vorhandenen Staubgefäßen bilden zwei den äußeren dimeren Kreis und stehen rechts und links, der innere Kreis hat statt der zwei vorn und hinten stehenden Staubgefäße daselbst je ein Paar solcher (durch Dédoublement entstanden), welche länger sind als die beiden äußeren. Auch wenn mehrere Staminalkreise vorhanden sind, kann zugleich Dédoublement eintreten. So stehen die 20 Staubgefäße von *Potentilla anserina* (Fig. 287.) in drei Kreisen: im äußeren sind dieselben verdoppelt, indem über den Zwischenräumen der fünf Blumenblätter je ein Paar steht; dann folgt ein Kreis einfacher Staubgefäße, welche über den Blumenblättern stehen und die kürzesten sind, und zuletzt wiederum alternirend ein Kreis einfacher Staubgefäße, welche am längsten sind. Außer der Vermehrung der Kreise und außer Chorise und Dédoublement giebt es aber noch ein Verhältniß, durch welches die Zahl der Staubgefäße vermehrt wird und welches mit jenen nicht verwechselt werden darf, nämlich das, wo statt eines einfachen Staubgefäßes ein Bündel solcher auftritt; dieses ist keine Verwachsung mehrerer Blätter, sondern einem zusammengesetzten Blatte (§. 89.) zu vergleichen, an welchem jede Auszweigung die Bildung eines Staubgefäßes annimmt (*Hypericum*, *Melaleuca* ꝛc.).

Die gewöhnliche Regel, daß aufeinanderfolgende Blattquirle alterniren (§. 18.) findet auch in den meisten Blüten statt; es kommen also die Blätter eines jeden

1) Χώρισις (von χωρίζω trennen) das Trennen. 2) aus dem Französischen dédoublement Verdoppelung.

§. 110.

Fig. 287.

Blütendiagramm von *Potentilla anserina*, zeigt im Grundrisse die fünf Kelchblätter, auswendig mit den alternirenden fünf kleinen Blättern des Außenkelches, die durch Verwachsung je zweier Nebenblätter der Kelchblätter gebildet sind. Auf die fünf mit den Kelchblättern alternirenden Blumenblätter folgen drei Kreise von Staubgefäßen: der äußere besteht aus mittelgroßen Staubgefäßen (durch stark contourirte Ringe angedeutet), er steht abwechselnd mit den Blumenblättern, ist aber durch Dédoublement verdoppelt, so daß zwischen je zwei Blumenblättern ein Staubgefäßpaar steht; der zweite mit dem vorigen alternirenden Kreis ist einfach und hat die kürzesten Staubgefäße (durch schwach contourirte Ringe angedeutet); der dritte wiederum alternirende Kreis ist ebenfalls einfach und enthält die längsten Stamina (durch schwarze Punkte angedeutet). Im Centrum das aus vielen einblättrigen Pistillen bestehende Gynäceum.

Blütenkreises gerade über die Zwischenräume derjenigen des nächstvorhergehenden und gerade über die Medianen des zweitvorhergehenden zu stehen (vgl. Fig. 281—283.). Diese Regel ist so allgemein, daß wenn in einer Blüte die Blätter zweier aufeinanderfolgender Kreise übereinander stehen, superponirt sind (§. 18.), man anzunehmen pflegt, daß zwischen beiden Kreisen ein Quirl normal unterdrückt ist. Für einige Fälle läßt sich diese Annahme begründen. So haben die Chenopodiaceen fünf Staubgefäße, welche den fünf Blättern des Perigons superponirt sind. Man kann das letztere als einen Kelch auffassen und annehmen, daß die Blumenblätter, welche zwischen dem Kelche und dem Andröceum stehen müßten und bei deren Vorhandensein die Stellung der Staubgefäße in Ordnung wäre, nicht ausgebildet ist; diese Annahme wird dadurch berechtigt, daß die Chenopodiaceen mit den Caryophyllaceen am nächsten verwandt sind und von diesen hauptsächlich gerade durch das Fehlen der Blumenkrone sich unterscheiden. Wenn auf die Blumenblätter ein einziger, diesen superponirter Kreis von Staubgefäßen folgt, so läßt sich dies bisweilen so erklären, daß ein zwischenliegender Kreis von Staubgefäßen fehlgeschlagen ist; so z. B. in der Ordnung der *Primulinae*, wo dieser fehlschlagende Kreis bei einigen Pflanzen wirklich vorhanden ist oder wenigstens Rudimente davon zu sehen sind. Jedoch giebt es in anderen Familien keine derartigen Anhaltspunkte zur Erklärung der Superponirung des Andröceums über die Corolle; so z. B. bei den Ampelideen und Rhamnaceen. Hierher gehört auch ein Verhältniß, welches wir bei manchen diplostemonen Blüten finden, wie z. B. bei den Geraniaceen und Oxalideen. Diese haben zwei fünfgliedrige Staminalkreise; der äußere unmittelbar auf die Blumenblätter folgende ist aber den letzteren superponirt, der zweite alternirt mit ihnen, und der dann folgende Carpellkreis steht wieder nach gewöhnlicher Regel mit dem inneren Staminalkreise alternirend. Den regelrechten Bau der Blüte finden wir bei den mit den Geraniaceen nächstverwandten Linaceen (Fig. 262.), deren Blütendiagramm mit dem der Geraniaceen übereinstimmt, nur daß der äußere den Blumenblättern superponirte Kreis von Staubgefäßen fehlt. Wegen jener regelwidrigen Stellung des äußeren Staubgefäßkreises zu den Blumenblättern hat man solche Blüte obdiplostemone[1] genannt. Der neuerliche Erklärungsversuch, welcher die Staubgefäße jenes genäherten überschüssigen äußeren Kreises als nachträglich unter oder in den legitimen Staminalkreis eingeschaltet, interponirt, betrachtet, wird durch die Entwickelungsgeschichte (§. 12b.) nicht bestätigt, indem zuerst der Kreis der Blumenblätter, dann der äußere und darauf der innere Staminalkreis, also in gewöhnlicher acropetaler Folge angelegt werden. Man müßte daher zu der älteren Erklärung zurückgreifen, welche zwischen den Blumenblättern und den äußeren Staubgefäßen einen gehemmten Blattkreis (Staubgefäße) annimmt, wenn man nicht zugeben will, daß die Superponirung zweier benachbarter Blattkreise ein in der Natur wirklich möglicher Verhältniß ist.

Ungleiche[2] Blüten. Es giebt auch Blüten, deren Formationen keine Kreise oder Quirle sind, sondern wo die Blätter spiralig (§. 19.) angeordnet sind;

1) Zusammengesetzt aus ob entgegen, gegenüber und διπλόστεμων. ☞ Seite 254, Note 4.

2) Zusammengesetzt aus ἀ- gebräuchlichem und ἴσος gleich.

gewöhnlich treten die letzteren dann in sehr großer und unbestimmter Anzahl auf, dicht übereinander, aber so, daß sie alle durch eine niedergedrückte, viele Umläufe beschreibende Spirale sich verbinden lassen. Oft sind deßhalb auch die einzelnen Formationen nicht scharf abgegrenzt. Man bezeichnet solche Blüten, die z. B. bei den Nymphäaceen, Magnoliaceen, Calycantheen, Cacteen vorkommen, als acyclische[1]. Wenn bestimmte Umläufe der Spirale auf die einzelnen Blattformationen entfallen oder wenn einzelne Kreise einer solchen Blüte wirkliche Quirle sind, wie z. B. bei *Anemone*, *Hepatica*, *Ranunculus* ꝛc., wo Kelch und Blume cyclisch sind, aber Staubgefäße und Carpelle in Spiralen stehen (Fig. 288.), so heißt die Blüte hemicyclisch.

Fig. 288.

Acyclisch angeordnete Pistille der Blüte von *Ranunculus acris*. t die Blütenaxe, an welcher die hier entfernten Kelchblätter, Blumenblätter und Staubgefäße standen. B Ein Pistill im Längsdurchschnitt mit einer Samenknospe. Vergrößert.

Die Glieder eines und desselben Kreises beziehendlich der Spiralumläufe einer und derselben Formation sind oft vollzählig vorhanden und einander gleich gebildet. Blüten, von deren sämmtlichen Formationen dies gilt, heißen actinomorphe oder regelmäßige (§. 8.). Wenn dagegen in einem oder mehreren Kreisen ein oder mehrere Blätter fehlen oder unvollkommen ausgebildet sind oder die Blätter eines und desselben Kreises ungleich gestaltet sind, so nennt man die Blüte unregelmäßig, symmetrisch oder zygomorph (§. 8. und ☞ §. 113 und 114.).

Blütenformeln. Alle im Vorhergehenden erörterten Verhältnisse des Blütenbaues lassen sich auch statt durch das Blütendiagramm durch eine Formel ausdrücken, deren Zeichen hintereinandergeschrieben werden. Und zwar bedeutet P Perigon, K Kelch, C Blumenkrone, A Androceum, G Gynäceum. Den Blütenbau von Monokotyledonen mit dem Diagramm Fig. 281. würde man durch die Formel bezeichnen können: $K_3\ C_3\ A_{3+3}\ G_3$, was bedeutet, daß drei Kelch-, drei Blumenblätter, zwei dreigliedrige Staubgefäßkreise und ein dreiblättriges Gynäceum vorhanden sind. Die Blüte des Leins (Fig. 282.) würde die Formel erhalten $K_5\ C_5\ A_5\ G_5$. Die Verwachsung (§. 112) der Blätter eines Kreises kann durch Einklammerung der betreffenden Zeichen geschehen. So würde *Convolvulus* die Formel haben $K_5\ C_{(5)}\ A_5\ G_2$. Will man die Verwachsung zweier aufeinander folgender Kreise ausdrücken, so setzt man einen Bogen unter die beiden Buchstaben. Soll bezeichnet werden, ob es sich um eine Zwitterblüte, eine männliche oder weibliche Blüte handelt, so können die oben erläuterten Zeichen dafür (☿, ♂, ♀) der Formel vorgeschrieben werden. Ebenso kann man die actinomorphe beziehendlich zygomorphe Form der Blüte dadurch ausdrücken, daß man vor die Formel das Zeichen ⊕ beziehendlich ↓ schreibt. So würde die Formel der Schmetterlingsblüte (Fig. 283.) sein: $☿\ ↓\ K_{(5)}\ C_5\ A_{(5+4)+1}\ G_1$, was bedeutet, daß die Blüte zwitterig und zygomorph ist, fünf Kelchblätter verwachsen sind, und von den in zwei Kreisen stehenden Staubgefäßen neun verwachsen, das eine des inneren Kreises frei ist. Die Ober- oder Unterständigkeit des Fruchtknotens (§. 111.) drückt man dadurch aus, daß man das Zeichen im ersteren Fall über, im letzteren unter einen horizontalen Strich setzt; z. B. die Blütenformel der Umbelliferen $K_5\ C_5\ A_5\ \overline{G_2}$, die von *Syringa* $K_{(4)}\ \underline{C_{(4)}}\ A_2\ G^2$. Sind zwei benachbarte Kreise superponirt, so kann man dies durch einen zwischen sie gesetzten | andeuten. Die acyclische Anordnung einer Formation kann durch eine davor gesetzte ~ bezeichnet werden.

IV. Beschaffenheit und Benennung der Blütentheile.

§. 111. Als Theile der Blüte haben wir sowohl die verschiedenen Blütenblätter als auch den Blütenboden näher zu betrachten. Die für die Fruchtbildung allein nöthigen

1) ☞ Seite 255, Note 2.

Sexualorgane, also Staubgefäße und Pistill nennt man die wesentlichen Blütentheile; alle übrigen hierzu nicht wesentlich nothwendigen Organe bilden die unwesentlichen Blütentheile; dieses sind also besonders das Perigon (§. 108.), beziehendlich Kelch (§. 108.) und Blumenkrone (§. 108.), sowie die Nectarien der Blüte (§. 125). §. 111.

I. Der **Blütenboden, Fruchtboden, Blütenaxe** (torus[1], thalămus[1] oder receptacŭlum[1] §. 108.) ist die unmittelbare Fortsetzung des Blütenstieles, das oberste Ende desselben, soweit es mit den Blütenblättern besetzt ist. Da diese meist sehr dicht übereinander stehen, so stellt er gewöhnlich ein außerordentlich kurzes und auch in der Gestalt nicht erheblich verändertes Axenstück dar. Bisweilen ist aber die Blütenaxe stärker in die Länge entwickelt, z. B. da, wo zahlreiche Pistille in acyclischer Stellung auf ihr angeordnet sind, wie bei Ranunculaceen (Fig. 289.) oder da, wo ein einziges Internodium der Blütenaxe zwischen zwei bestimmten Blütenkreisen stielartig verlängert ist, z. B. bei *Lychnis* das zwischen Kelch und Blumenkrone (Fig. 290.), bei Capparideen und Passifloreen das zwischen Blumenblättern und Staubgefäßen befindliche Internodium. In den letzteren Fällen rücken die betreffenden Blütenkreise weit auseinander. Hier behält aber doch die

Fig. 289.

Blüte von **Hepatĭca triloba.**

A Von der Unterseite gesehen mit dem dreiblättrigen Involucrum iii. B Der Länge nach durchschnitten: ii das Involucrum, a das kurze Stück Blütenstiel zwischen dem Involucrum und der eigentlichen Blüte, p Perigonblätter, welche gleich den zahlreichen Staubgefäßen ss unter den Pistillen c, also **hypogyn** inserirt sind.

Fig. 290.

Blüte von **Silēne,** der Länge nach durchschnitten, ss der Kelch, über welchem die Blütenaxe ein verlängertes Internodium bildet, an dessen Ende die Blumenblätter und Staubgefäße unterhalb des auf der Spitze stehenden Pistilles, also **hypogyn** stehen.

Blütenaxe ihre cylindrische Form bei, so daß immer die einzelnen Blütenkreise, insbesondere Blumenkrone und Staubgefäße, unterhalb des Pistilles entspringen, und deßhalb **unterweibig, hypogynisch** (hypogȳnus[1], Fig. 289 u. 290.) genannt werden. Der Blütenboden verbreitert sich aber bei vielen Pflanzen seitlich, so daß er flach (Fig. 291.) oder wenn sich dabei seine Ränder erheben, sogar becherförmig (Fig. 292.) bis krugförmig (Fig. 293.) wird. Die acropetale Richtung an einer solchen Blütenaxe führt selbstverständlich an der äußeren Böschung des Bechers aufwärts bis zum Rande desselben, von da die innere Böschung abwärts. Daher steht der Kelch auf dem Rande des Blütenbodens, aber auch die Blumenblätter und Staubgefäße stehen in der Nähe desselben hinter den Kelchblättern, und sind daher nicht mehr unterhalb, sondern im Umkreise des Pistilles befestigt, welches auch in diesem Falle

1) ☞ Seite 250, Note 1. 2) ☞ Seite 250, Note 2. 3) ☞ Seite 250, Note 3. 4) zusammengesetzt aus ὑπό unter und γυνή Weib, hier Gynäceum, Pistill.

§. 111.

Fig. 291.

Senkrecht durchschnittene Blüte des **Gänse-Fingerkrautes** (*Potentilla anserina*), zeigt den fast **flachen Blütenboden,** an dessen Rande bei a hinter einander die Kelchblätter s und die **perigynen** Blumenblätter p und Staubgefäße. In der Mitte auf dem Blütenboden die zahlreichen **oberständigen** Pistille.

Fig. 292.

Schwarzdornblüte, senkrecht durchschnitten, zeigt den **becherförmig** concaven **Blütenboden,** am Rande desselben die Kelchblätter, sowie die **perigynischen** Blumenblätter und Staubgefäße, im Grunde das einzige **oberständige Pistill.**

Fig. 293.

Senkrecht durchschnittene Blüte der **Hundsrose,** zeigt den **krugförmig gestalteten Blütenboden,** welcher die im Grunde stehenden, gestielten, **oberständigen** Pistille einschließt, und auf seinem Rande die Kelchblätter, die (hier nicht gezeichneten) Blumenblätter und die zahlreichen **perigynen** Staubgefäße trägt.

Fig. 294.

Blüte des rothen Hartriegel (*Cornus sanguinea*), senkrecht durchschnitten; o der **unterständige** Fruchtknoten; c Kelch; darüber die **epigynischen** Blumenblätter und Staubgefäße; d die epigynische Scheibe (discus §. 125.).

Fig. 295.

Senkrecht durchschnittene Blüte der **japanischen Quitte** (*Cydonia japonica*), zeigt den **unterständigen** Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen in den beiden Fächern und dem in der Mitte stehenden fünfspaltigen Griffel, während der **Blütenboden röhrenförmig** über dem Fruchtknoten verlängert ist und an seinem Rande die Kelchblätter und die **perigynen** Staubgefäße und Blumenblätter trägt.

§. 111.

Fig. 296.
Blüte der gemeinen Nachtkerze
(*Oenothēra biēnnis*)
mit **unterständigem** Fruchtknoten, über welchem der Blütenboden noch röhrenförmig verlängert ist und erst auf seinem oberen Rande die Blütenblätter trägt.

Fig. 297.
Blüte des **knollentragenden Steinbrech**
(*Saxifrăga granulāta*),
der Länge nach halbirt, zeigt den durchschnittenen **halbunterständigen Fruchtknoten** mit zwei getrennten Griffeln und zwei Fächern mit vielsamiger axiler Placenta.

die Mitte der Blüte einnimmt, weßhalb sie dann **umweibig, nebenweibig, perigynisch** (perigȳnus[1]) genannt werden. Wenn der Blütenboden becher- oder krugförmig sich vertieft, so stehen trotzdem die Fruchtblätter oft auf der morphologischen Spitze desselben, die also in diesem Falle der Grund des Axenbechers ist; und dann befindet sich das Pistill oder die Pistille an dieser Stelle, freistehend und nur umgeben von der becherförmigen Axe, die in diesem Falle an ihrer Bildung keinen Antheil hat (Fig. 292; 293.). Oft aber stehen auch die Fruchtblätter auf der inneren Böschung des Axenbechers, nahe dem Rande desselben und verschließen dann, indem sie mit einander zur Bildung eines Pistilles verwachsen, den hohlen Raum, welchen die Axe bildet, oben vollständig. Dieser Raum wird dadurch zur Höhle des Fruchtknotens (Fig. 295.), welcher mithin unterhalb sämmtlicher Blütenblätter steht und also in diesem Falle hauptsächlich von der Blütenaxe gebildet ist, während die Fruchtblätter nur seinen oberen Verschluß sowie die Griffel (§. 122.) bilden. Auch dann können Blumenblätter und Staubgefäße noch perigynische Stellung haben (Fig. 295.); wenn aber die Fruchtblätter gleich hinter den Staubgefäßen am oberen Rande des hohlen Blütenbodens folgen, so stehen auch die Blumenblätter und Staubgefäße wirklich über und auf dem Fruchtknoten und heißen demnach **oberweibig, epigynisch** (epigȳnus[2], Fig. 294.). Den Fruchtknoten nennt man in allen Fällen, wo er oberhalb der Ansatzstelle aller anderen Blütentheile sich befindet und also ganz von den Fruchtblättern gebildet ist, **oberständig** (ovarium supĕrum; Fig. 289—293.). Steht er aber unterhalb der Ansatzstelle der Blütenhülle und der Staubgefäße, wo er also hauptsächlich von dem becherförmigen Blütenboden gebildet ist, dann heißt er **unterständig** (ovarium infĕrum; Fig. 294—296.), und in einem selteneren Falle, wo nur zum Theil der Blütenboden, im oberen Theile die Fruchtblätter an seiner Bildung sich betheiligen, **halbunterständig** (o. semiinfĕrum, wie z. B. bei *Saxifrăga*, Fig. 297.). Da man früher die

1) Zusammengesetzt aus περί um und γυνή, s. Seite 257, Note 4. 2) zusammengesetzt aus ἐπί auf und γυνή, s. Seite 257, Note 4.

Vorſtellung hatte, daß der unterſtändige Fruchtknoten nichts als der gewöhnliche Fruchtknoten ſei, an welchen Kelch, Blumenblätter und Staubgefäße angewachſen ſind, ſo unterſchied man beide Arten durch die Bezeichnung **frei** (ovārium liběrum) für den erſten, **angewachſen** (o. adnātum) beziehendlich **halbangewachſen** (o. semiadnātum) für den zweiten Fall. Die Entwickelungsgeſchichte der Blüte (§. 126.) zeigt jedoch unzweifelhaft die Richtigkeit der obigen Anſchauungsweiſe.

§. 112. II. **Die Blütenblätter im allgemeinen.** Bevor wir die charakteriſtiſchen Unterſchiede der einzelnen Blütenkreiſe näher kennen lernen, ſind einige allgemeine Eigenthümlichkeiten derſelben zu berückſichtigen. Es betrifft dies beſonders das Verwachſenſein oder Nichtverwachſenſein der Blütenblätter und die Lage derſelben in der Knospe.

1) Verhältniß der Blätter eines und deſſelben Blütenblattkreiſes. Die zu einem Kreiſe gehörigen Blätter ſind ſehr oft nicht mit einander verwachſen, ſondern ſtehen ihrer ganzen Länge nach getrennt neben einander. Wir reden dann von freien Kelch-, Blumen-, Staubblättern (sepăla, petăla, stamĭna liběra) und nennen einen ſolchen Blattkreis getrenntblätterig oder vielblätterig (calyx polysepălus[1] oder eleutherosepălus[2], corŏlla eleutheropetăla[3] ꝛc. ☞ §. 113; 114.). Oft ſind die Blätter eines Kreiſes ſeitlich mit einander verwachſen und bilden zuſammen ein röhren- oder ſcheibenförmiges oder ſonſtwie geſtaltetes Ganze; ein ſolcher Blattkreis heißt verwachſenblätterig oder (ungenauer) einblätterig (calyx gamosepălus[4] oder synsepălus[5], corŏlla gamopetăla[6], sympetăla[7] oder monopetăla[8] ꝛc. ☞ §. 113; 114.). Seltener ſind die Fälle, wo zwei Blätter verwachſen, die übrigen Blätter deſſelben Kreiſes frei ſind, wie z. B. die den Kiel bildenden beiden Blumenblätter der Schmetterlingsblüte (§. 114. Fig. 328), oder wo Blätter eines Kreiſes verwachſen ſind bis auf eins, welches frei bleibt, wie das hintere der zehn Staubgefäße der Schmetterlingsblüte, von denen nur neun verwachſen ſind (§. 116., Fig. 336.).

Wenn die Blätter eines Kreiſes in ihrer Form einander ungleich ſind, ſo bedingt dies, ebenſo als wenn die Glieder eines Kreiſes nicht vollzählig vorhanden ſind (S. 256), eine unregelmäßige oder zygomorphe Blüte (vgl. unten beſonders den zygomorphen Kelch und Blumenkrone §§. 113 u. 114.).

2) Verhältniß der Blattkreiſe zu einander. In vielen Blüten ſind die einzelnen Blattkreiſe von einander getrennt, auch dann wenn ſie ſelbſt verwachſenblättrig ſind. Aber oft iſt mit der Verwachſenblättrigkeit eines oder zweier Kreiſe auch eine Verwachſung derſelben mit einander verbunden. Am gewöhnlichſten findet dies bei gamopetalen Blumenkronen zwiſchen dieſen und den Staubgefäßen ſtatt: letztere entſpringen dann auf der Innenſeite der Blumenkronröhre (Fig. 308; 115.). Auch wenn ein Perigon aus zwei Blattkreiſen beſteht und dieſe verwachſenblättrig ſind, ſo treten gewöhnlich beide Kreiſe in Verwachſung und daran können ſich auch noch die Staubgefäße betheiligen. Auch zwiſchen Andröceum und Gynäceum kann Verwachſung eintreten (§. 116.).

3) Hinſichtlich der Knospenlage der Blütenblätter, zumal der Kelch-, Perigon- und Blumenblätter gelten die oben in §. 92. und Fig. 211. erläuterten Bezeichnungen.

§. 113. III. **Kelch** (calyx §. 108.) und **Perigon** (perigonĭum §. 108.). Der Kelch hat bei den meiſten Pflanzen grüne Farbe und derbere krautige Beſchaffenheit. In ſeltenen Fällen kommt er aber auch blumenartig gefärbt vor. So beſonders bei vielen Ranunculaceen, wo dafür die Blumenblätter eine andere als die gewöhnliche Beſchaffenheit zu haben pflegen. Bei manchen dieſer Ranunculaceen fehlen auch die

---

1) Zuſammengeſetzt aus πολύς viel und sepăla ☞ Seite 250, Note 6. 2) zuſammengeſetzt aus ἐλεύθερος frei und sepăla ☞ Seite 250, Note 6. 3) zuſammengeſetzt aus ἐλεύθερος frei und πέταλον ☞ Seite 250, Note 7. 4) zuſammengeſetzt aus γάμος Ehe, Vereinigung und sepăla ☞ Seite 250, Note 6. 5) zuſammengeſetzt aus σύν zuſammen, vereint und sepăla ☞ Seite 250, Note 6. 6) zuſammengeſetzt aus γάμος Ehe, Vereinigung und πέταλον ☞ Seite 250, Note 7. 7) zuſammengeſetzt aus σύν zuſammen, vereint und πέταλον ☞ Seite 250, Note 7. 8) zuſammengeſetzt aus μόνος einzig und πέταλον ☞ Seite 250, Note 7.

Blumenblätter ganz, z. B. bei *Caltha*, *Anemone*, *Hepatica* (Fig. 289.). Daß wir §. 113.
hier den blumigen Kelch so und nicht als Perigon bezeichnen, geschieht deßhalb, weil er übereinstimmt mit dem Kelch der verwandten Gattungen, bei denen die Blumenblätter nicht fehlen. Auch das Perigon ist oft von grüner, kelchartiger Beschaffenheit; aber noch häufiger ist es bunt gefärbt, wie bei den Liliaceen, Irideen, Orchideen, Aristolochiaceen und vielen anderen Familien. Seiner Dauer nach heißt der Kelch, sowie auch das Perigon: **bleibend** (persistens), wenn er nach dem Verblühen nicht abfällt, sondern an der Frucht noch vorhanden, auch wohl vergrößert ist (Fig. 301.); **abfallend** (decidŭus), wenn er vor dem Verblühen, wie z. B. beim Mohn, oder gleich nachher, wie bei den Kreuzblütlern abfällt. Ferner nennen wir Perigon wie Kelch nach der Form und Verwachsung ihrer Blätter:

1. **verwachsen-blätterig** oder **einblätterig** (calyx gamosepălus[1], perigonium gamophyllum[2], ☞ §. 112.), und zwar **a.** ungetheilt, **b.** getheilt (Fig. 289.), **c.** gespalten und **d.** gezähnt (Fig. 299.), je nachdem der Rand gar keine oder mehr oder weniger tiefe Einschnitte hat, deren Zipfel (lacinĭae) oder Zähne (dentes) den Saum (limbus) bilden und durch ihre Zahl diejenige der unter sich verwachsenen Kelch- oder Perigonblätter anzeigen, wonach man Kelch und Perigon als n-theilig, n-spaltig, n-zähnig bezeichnet. Eine eigenthümliche Bildung im einblättrigen Perigon der Narcissen ist der Kranz oder die Krone (corōna), ein blattartiges, quer auf dem Schlunde stehendes Anhängsel, dem gleichnamigen Organe mancher Blumenblätter (S. 266) und den ligulaartigen Nebenblattbildungen (§. 83.) entsprechend. Der verwachsenblättrige Kelch und das verwachsenblättrige Perigon kommen auch zygomorph vor (§. 110, 112.). Der Kelch ist es häufig dann, wenn die Blumenkrone es ist, und zeigt sich dann gewöhnlich zweilippig, d. h. durch zwei tiefe Einschnitte in einen nach vorn und hinten liegenden Hauptzipfel getheilt (Fig. 300.); auch kann er durch

Fig. 298.
Fünftheiliger Kelch des Ackersteinsamens.

Fig. 299.
Fünfzähniger Kelch des gemeinen Lungenkrauts.

Fig. 300.
Blüte des Feld-Thymian.
B Blumenkrone, aus dem Kelche A herausgenommen. Kelch zweilippig, zehnnervig, Oberlippe mit drei aufwärts gebogenen Zähnen; Unterlippe zweispaltig.

Annahme eines Sporn zygomorph werden, wie bei *Delphinium*, wo das hintere der fünf Kelchblätter in einen Sporn ausgezogen ist, und bei *Tropaeŏlum*, wo die drei hinteren Kelchblätter zusammen den Sporn bilden. Ein zygomorphes verwachsenblätteriges, corollinisch gefärbtes Perigon kommt in verschiedenen Formen bei den Aristolochiaceen vor, wo namentlich die Röhre desselben durch Erweiterungen und Krümmungen seltsame Formen annimmt und der Saum oft einlippig, d. h. nur einseitig vorgezogen erscheint (Fig. 304.).

2. **vielblätterig** oder **getrennblätterig** (calyx polysepălus[3] oder eleutherosepălus[4]; perigonium eleutherophyllum[5], ☞ §. 112.). Nach der Zahl ihrer Blätter heißen der Kelch und das Perigon n-blättrig (calyx n-phyllus, perigonium n-phyllum, Fig. 301.). Zygomorph ist das vielblättrige Perigon bei den Orchideen, indem hier das eine der sechs Blätter lippenförmig und gespornt ist. Vielblätterige Kelche und Perigone sind bisweilen auf sehr unansehn-

1) ☞ Seite 260, Note 4. 2) zusammengesetzt aus γάμος Ehe, Vereinigung und φύλλον Blatt. 3) ☞ Seite 260, Note 1. 4) ☞ Seite 260, Note 2. 5) zusammengesetzt aus ἐλεύθερος frei und φύλλον Blatt

§. 113. liche Bildungen reducirt. So besteht der auf einem unterständigen Fruchtknoten stehende Kelch manchmal aus sehr kleinen, zahnförmigen, den Fruchtknoten krönenden Kelchblättern, die hier Kelchzähne genannt werden (Fig. 302 u. 303.). Die unvollkommensten Formen des Perigons finden sich bei den Gräsern als sehr kleine

Fig. 301.
Fünfblätteriger Kelch des Gauchheils mit der oberständigen Kapsel, welche in der Mitte umschnitten oder mit einem Deckel aufspringt.

Fig. 302.
Blüte der Rapunzel-Glockenblume mit glockiger Blumenkrone und den fünf pfriemlichen Kelchzähnen am oberen Rande des unterständigen Fruchtknotens.

Fig. 303.
Blüte der Acker-Sherardie.
Fruchtknoten mit dem bleibenden sechszähnigen Kelche gekrönt, über welchem die röhrig-trichterige Blumenkrone.

Fig. 304.
Gemeine Osterluzei.
A Verwachsenblätteriges, einlippiges, röhriges, unten bauchiges Perigon mit unterständigem Fruchtknoten.
B Der untere Theil desselben aufgeschnitten, vergrößert:
o der unterständige Fruchtknoten;
p Stelle, wo die vordere Hälfte des Perigons fortgenommen ist;
a aufgesprungene Staubbeutel ohne Staubfäden, welche an den Griffel unter der
s sechshöckerigen Narbe angewachsen sind.

Fig. 305.
Dreitheiliges Perigon von *Asárum europaeum.*
A Die Blüte mit dem Perigon von außen. B Die Blüte nach Entfernung eines der drei Perigonblätter; über dem unterständigen Fruchtknoten sind die abwechselnd größeren und kleineren epigynen Staubgefäße zu sehen, welche um den dicken Griffel herumstehen.

farblose Schüppchen (sogenannte Saftschüppchen oder Saftblättchen, lodiculae), deren jede Blüte zwei an der vordern Seite besitzt (Fig 306, b), während das hintere dritte fehlt, und bei manchen Halbgräsern, wo es in Gestalt von sechs kleinen Borsten die Blüte, z. B. bei *Scirpus* (Fig. 307.) umgiebt. — Die sogenannte Haarkrone (pappus) auf dem unterständigen Fruchtknoten der Compositen und von *Valeriāna* steht zwar an der Stelle des hier meist ganz fehlenden Kelches, aber sie entsteht in der Regel erst lange nachdem die übrigen Blütentheile angelegt sind und erhält seine Ausbildung erst mit der Entwickelung der Frucht, ist also als eine nachträgliche zur Frucht gehörige Bildung zu betrachten (☞ §. 129.).

Was man **Außenkelch** nennt, d. h. ein unmittelbar außerhalb des Kelches befindlicher zweiter kelchartiger Blattkreis, ist in den meisten Fällen richtiger als Hülle zu bezeichnen, gehört also zu den Vorblättern (§. 103.). Aber wirklich ein Theil des Kelches ist er bei den Dryadaceen, wie *Potentilla*, *Fragaria* ꝛc.; die mit den eigentlichen Kelchblättern abwechselnden schmäleren äußeren Zipfel sind die

Fig. 306.

Weiche Trespe (*Bromus mollis*).

a Einzelne Blüte (von der hinteren d. h. der der Axe des Aehrchens zugekehrten Seite gesehen) mit der zweispitzigen begrannten unteren und der kleineren oberen Blütenspelze, zwischen welchen die drei Staubgefäße hervorragen.

b Die eigentliche Blüte, von ihren Spelzen entblößt, von vorn gesehen, zeigt an der Vorderseite die beiden Schüppchen (lodiculae), welche das **Perigon** darstellen. Zwischen beiden das vordere Staubgefäß, daneben die beiden seitlichen Staubgefäße; in der Mitte das Pistill mit den beiden federfgen Narben.

c Rispe mit den bis auf zwei abgeschnittenen vielblütigen Aehrchen.

Fig. 307.

Vergrößerte Blüte der **Meerbinse** (*Scirpus maritimus*), mit dem aus sechs kleinen Borsten bestehenden **Perigon**, welche hypogyn unter dem oberständigen Fruchtknoten befestigt sind, wo auch die drei Staubgefäße stehen.

paarweise verwachsenen Nebenblätter (§. 83.) der letzteren, und geben ein Beispiel für den seltenen Fall, daß auch an Blütenblättern Nebenblätter vorkommen.

IV. Die **Blumenkrone** oder **Corolle** (corölla §. 108.) ist §. 114.

A. **regelmäßig** oder **actinomorph** (§. 8.), und zwar wieder

1. **verwachsenblättrig** oder **einblättrig** (corölla monopetäla[1] oder gamopetäla[2]). Diese stellt fast immer ein ansehnliches, farbiges und zartes, mehr oder minder häutiges Gebilde dar, welches deßhalb nach dem Verblühen meist rasch verwelkt oder abfällt. An der einblättrigen Corolle unterscheiden wir drei Theile, die allerdings bei den verschiedenen Pflanzen wieder in ungleichem Grade und mannichfaltiger Form ausgebildet sind, worauf hauptsächlich das verschiedene Aussehen dieser Theile beruht. Es sind dies: a. die Röhre (tubus), d. i. der untere, enge, röhrenförmige Theil, welcher sowohl sehr lang (Fig. 311.) als auch sehr kurz (Fig. 314.) sein kann; b. der Schlund (faux), d. i. der erweiterte obere Theil der Röhre, der in den Saum übergeht und den Eingang in die Röhre bildet (vgl. Fig. 308.); c. der Saum (limbus), d. i. der mehr oder weniger ausgebreitete Rand der Blumenkrone. Letzterer ist selten ganz, d. h. ohne Einschnitte, wie z. B. bei *Convolvulus*, wo er nur fünf aus der Knospenlage herrührende Falten zeigt (Fig. 312.). Meist besitzt er eine bestimmte Zahl von Einschnitten, nach deren größerer oder geringerer Tiefe die dadurch gebildeten Abschnitte des Saumes als Zipfel (lacinïae) oder Zähne (dentes) bezeichnet werden und nach deren Anzahl der Blumenkronsaum n-spaltig oder -lappig und n-zähnig heißt. Die Zipfel entsprechen im allgemeinen nach Zahl und Stellung den mit einander verwachsenen Blumenblättern (Ausnahmen siehe unten bei der zygomorphen Blumenkrone).

Jenachdem dieser oder jener Theil der Blumenkrone vorwiegend ausgebildet ist und je nach der besonderen Form, welche dabei diese Theile haben, heißt die Blumen-

1) ☞ Seite 260, Note 8. 2) ☞ Seite 260, Note 6.

§. 114.

Fig. 308.

a **Verwachſenblätterige Blumenkrone** des **Acker-Krummhalſes** (*Lycopsis arvensis*), vergrößert. Trichterig, mit langer, aufwärts gebogener **Röhre** und ſchiefem, **fünflappigem Saume.**

b Die aufgeſchnittene Röhre, welche die zottigen Hohlſchuppen im **Schlunde** und fünf in der Röhre befeſtigte Staubgefäße zeigt.

Fig. 309.

Vergrößerte Blüte der **Acker-Sherardie** (*Sherardia arvensis*).

Blumenkrone **röhrig-trichterig**, vierſpaltig, mit langer, walziger Röhre.

Fig. 310.

Glockige Blumenkrone der Rapunzel-Glockenblume, am Grunde die fünf Kelchzähne auf dem unterſtändigen Fruchtknoten.

Fig. 311.

Röhrig-tellerförmige Blumenkrone von *Phlox*, am Grunde der verwachſenblättrige, röhrige Kelch.

Fig. 312.

Trichterige Blumenkrone der Ackerwinde. Saum der Blumenkrone fünffaltig; Blütenſtiel mit zwei kleinen Deckblättern.

Fig. 313.

Trichterige Blumenkrone des Stechapfels, deren Saum gefaltet und in fünf zugeſpitzte Zipfel getheilt iſt.

Fig. 314.

Radförmige, vierſpaltige Blumenkrone vom Ehrenpreis (*Veronica*).

Der obere Zipfel breiter; die kurze Röhre nicht ſichtbar.

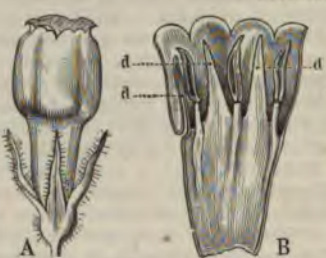


Fig. 315.

Blüte der **Schwarzwurz** (*Symphytum officinale*).

A Der fünftheilige Kelch und die Blumenkrone mit walziger Röhre und glockigem, fünfzähnigem Saum.

B Ein Stück der Blumenkrone der Länge nach aufgeſchnitten und ausgebreitet, um die dem Schlunde eingefügten Staubgefäße und pfriemlichen Deckklappen (d) zu zeigen.

krone nach §. 13., Fig. 14.: **a.** röhrig (tubulōsa), wie bei Primeln und Flammenblumen (Fig. 311. u. 14, f), **b.** keulig (clavāta), eine nach oben ſich verdickende röhrige Blumenkrone, wie bei *Symphytum* (Fig. 315.); **c.** glockig (campanulāta), wie bei der Glockenblume (Fig. 310. u. 14, a); **d.** trichterig (infundibuliförmis), wie bei der Winde (Fig. 309; 312; 313. u. 14, b); **e.** präſentirtellerförmig (hypocrateriförmis, Fig. 14, c), wie bei der Flammenblume (Fig. 311.) und der Syringe; **f.** radförmig (rotāta), dem Tellerförmigen ähnlich, aber mit kurzer Röhre, wie bei Labkraut und Ehrenpreis (Fig. 314.). Als eine beſondere Bildung an der einblättrigen Blumenkrone ſind die Hohlſchuppen oder Deckklappen

(fornices) der Borragineen zu erwähnen: fünf meist schuppen- oder zapfenartige, den Zipfeln des Blumenkronsaumes superponirte Organe, welche den Eingang in den Schlund mehr oder weniger verschließen. Es sind keine eigenen Blattbildungen, sondern nur taschenförmige Einstülpungen der Blumenkrone nach innen (Fig. 315.). §. 114.

2. vielblättrig oder **getrennblättrig** (corölla polypetäla[1], eleutheropetäla[2], dialypetäla[3] oder choripetäla[4]), welche aus freien **Blumenblättern** (petäla) besteht und nach deren Anzahl n-blättrig heißt. Auch die freien

Fig. 316.

Blüte von **Rhamnus frangula.**

A Im Längsdurchschnitt. Der becherförmige Blütenboden trägt am Rande die Kelchblätter s, die kapuzenförmigen Blumenblätter p und, diesen superponirt, also hinter denselben die Staubgefäße. Im Grunde der Blüte das Pistill. Vergrößert. B zeigt etwas stärker vergrößert ein zwischen den Kelchblättern s s stehendes Blumenblatt p, hinter welchem das Staubgefäß st etwas herabgebogen ist.

Fig. 317.

Federnelke, deren Blumenblätter mit ihrem langen Stiele (**Nagel**) im Kelche verborgen und deren hervorstehende Platte vielfach gespalten ist. Der Kelch am Grunde durch schuppenförmige Hüllblätter gestützt.

Fig. 318.

Längsdurchschnitt einer Blüte von **Silēne.**

s s der aufgeschnittene Kelch. Auf der stielsgen Blütenaxe sind außer dem Pistill noch zwei Staubgefäße und zwei **Blumenblätter** sichtbar; letztere mit langem **Nagel** und am Grunde der **Platte** mit einer Schuppe, deren Gesammtheit einen Kranz (corōna) bildet.

Blumenblätter haben bei vielen Pflanzen blumige Färbung, zarte, hinfällige Beschaffenheit und ansehnliche Größe. In diesem Falle sind an ihnen meist zwei Theile deutlich unterschieden: a. der Nagel (ungŭis), d. i. der untere schmale stielförmige Theil, indem es für die meisten freien Blumenblätter charakteristisch ist, daß sie mit schmaler Basis inserirt sind. Der Nagel ist oft sehr lang, wie bei den Sileneen (Fig. 117; 318.) und Cruciferen, oft aber auch sehr kurz. b. Die Platte (lamina), d. i. der obere ausgebreitete blattförmige Theil, der wiederum von mannichfaltiger Form und sogar in viele Zipfel gespalten, wie bei *Dianthus* (Fig. 317.), *Lychnis flos cuculi* ꝛc., oder tief zweispaltig sein kann, wie bei *Stellaria.* Blumenblätter mit deutlichem Nagel heißen genagelt (unguiculāta). Bei manchen Pflanzen haben aber die freien Blumenblätter eine von dieser gewöhnlichen Form abweichende Beschaffenheit. Sie stellen z. B. nur kleine, schuppenförmige und nicht eigentlich blumenkronartig gefärbte Organe dar bei *Ribes* und *Rhamnus,* wo sie sogar kleiner als die Kelchblätter sind (Fig. 316). Auch bei den Menispermaceen und Laurineen finden wir Blumenblätter, welche den Kelchblättern ziemlich ähnlich sind.

1) Zusammengesetzt aus πολύς viel und πέταλον ☞ Seite 250, Note 7. 2) ☞ Seite 260, Note 3. 3) zusammengesetzt aus διαλύω auflösen und πέταλον ☞ Seite 250, Note 7 4) zusammengesetzt aus χωρίς gesondert und πέταλον ☞ Seite 250, Note 7.

§. 114. Noch abweichender werden sie, wenn sie sich zu Honig absondernden Organen (Nectarien, §. 125.) ausbilden, in welcher Beziehung wir bei den Ranunculaceen alle Uebergänge finden. So hat bei *Ranunculus* das Blumenblatt noch die gewöhnliche Form, mit kurzem Nagel und großer ovaler Platte; am Grunde trägt die letztere ein Honiggrübchen, welches von einer kleinen Schuppe bedeckt ist (Fig. 321.). Bei

Fig. 319.
Zygomorphe Blüte des **blauen Eisenhuts** der Länge nach durchschnitten. Von den großen gefärbten Kelchblättern sind drei stehen geblieben; unter dem helmförmigen hintern Kelchblatte stehen zwei langgestielte in Nectarien umgewandelte kappenförmige Blumenblätter.

Fig. 320.
Zweispaltiges Blumenblatt von *Nigella*, über dem Nagel eine große Schuppe, welche das Honiggrübchen bedeckt.

Fig. 321.
Blumenblatt des **kriechenden Hahnenfußes** mit kurzem Nagel, auf welchem eine Schuppe das Honiggrübchen bedeckt.

Nigella, wo die Blumenblätter bereits kleiner als die blumenkronartig gefärbten Kelchblätter sind, ist die Schuppe relativ viel größer, die Platte kleiner, zweispaltig (Fig. 320.). Endlich bei *Aconitum* sind die Blumenblätter am abweichendsten; es giebt hier deren nur zwei unter dem helmförmigen Kelchblatt der zygomorphen Blüte; sie haben die Form langgestielter Kappen, indem die Nectar absondernde Stelle spornartig ausgesackt, der übrige Theil der Platte äußerst reducirt ist (Fig. 319.). Ferner sind an Blumenblättern als besondere Bildungen bemerkenswerth: der Sporn (calcar), z. B. bei *Aquilegia*, wo jedes der fünf Blumenblätter an seiner Basis sackförmig in einen Sporn ausgezogen ist, dessen Innenseite auch hier der Absonderung von Nectar dient; ferner der Kranz (corōna) z. B. bei *Silēne* und *Lychnis*, welcher blattförmige querstehende Anhängsel zwischen Nagel und Platte darstellt (Fig. 318.), die mit den ligulaartigen Nebenblattbildungen (§. 83.) zu vergleichen sind.

B. Die **zygomorphe** oder **unregelmäßige** (§. 8.) **Blumenkrone.** Von dieser sind die wichtigsten Formen:

1. unter den einblättrigen Blumenkronen: die **lippenförmige Blumenkrone** oder **Lippenblume** (corōlla labiata), bei welcher der Saum entweder nur einen einer Lippe ähnlichen vorgezogenen Zipfel an der Vorderseite hat oder durch zwei tiefere Einschnitte in einen vorderen und einen hinteren Hauptzipfel getheilt ist, von denen jener die Unterlippe, dieser die Oberlippe genannt wird. Bei *Lonicĕra* bildet von den fünf

Fig. 322.
Blüte des gemeinen Geißblattes (*Lonicĕra periclymĕnum*).
Blumenkrone unregelmäßig und zwar **zweilippig**, mit langer **Röhre.** Kelch fünfzähnig, fünf Staubgefäße und ein Griffel; Fruchtknoten unterständig.

Zipfeln des Blumenkronsaumes der vordere die Unterlippe, die vier anderen, mehr oder weniger unter sich verwachsenen die Oberlippe (Fig. 322.). Bei der Lippenblume der Lippenblütler besteht die Oberlippe aus den beiden hinteren Blumenblättern oder Zipfeln, welche hier vollständig verwachsen sind und ein mehr oder weniger helmförmig gewölbtes Gebilde darstellen; die Unterlippe aber ist dreilappig und läßt dadurch die drei vorderen Blumenblätter erkennen, aus welchen sie besteht (Fig. 323; 324.). Wenn die Oberlippe sehr klein ist, so kann die Blumenkrone einlippig erscheinen (Fig. 325.). Der stärkste Grad einer einlippigen Form ist die **bandförmige** oder **zungenförmige** Blumenkrone (corolla linguläta) an den Strahlenblüten der Compositen (Fig. 327, b). Die zweilippige Blumenkrone heißt **verlarvt** oder **maskirt** (corolla personäta), wenn die Unterlippe zu einem Gaume aufgeblasen ist, welcher den Eingang in den Schlund verschließt (Fig. 326.). Dabei ist oft die Unterlippe nach unten in einen von innen hohlen Sporn (calcar) ausgezogen (Fig. 326). §. 114.

Fig. 323.
Blüte des Feld-Thymian.
A Zweilippiger Kelch.
B Zweilippige Blumenkrone, aus dem Kelch herausgenommen, mit dreitheiliger Unterlippe.

Fig. 324.
Lippenblume der Wiesensalbei (*Salvia pratensis*), mit helmförmiger Oberlippe und dreilappiger Unterlippe.

Fig. 325.
Blüte des **kriechenden Günsel.**
Oberlippe sehr klein, zweizähnig (Blkrone also fast **einlippig**); Unterlippe abstehend, dreilappig, Mittellappen größer, verkehrt-herzförmig; Kelch fünfzähnig.

Fig. 326.
Blüte des **Leinkrauts** (*Linaria vulgaris*).
Kelch fünftheilig; Blumenkrone **maskirt** oder **verlarvt**, nämlich zweilippig und die Unterlippe mit einem aufgeblasenen punktirten Gaum, durch welchen der Schlund geschlossen ist. Oberlippe zweispaltig. Die Unterlippe am Grunde in einen hohlen Sporn ausgezogen.

Fig. 327.
Acker-Hundskamille (*Anthémis arvénsis*).
a Ein Ast mit einem Blütenköpfchen in natürlicher Größe.
b Eine weibliche Strahlenblüte mit **bandförmiger Blumenkrone**, vergrößert.
c Eine zwitterige Scheibenblüte mit regelmäßiger röhrenfger Blumenkrone, vergrößert.
d Der Fruchtboden des Köpfchens, von welchem die Früchtchen abgefallen und die Spreublätter bis auf eines fortgenommen sind.

2. unter den getrenntblättrigen Blumenkronen: die **schmetterlingsförmige** (corolla papilionacea, Fig. 328) bei den Papilionaceen, welche aus fünf ungleichen Blättern besteht, deren größtes, hinteres die Fahne (vexillum), deren zwei seitlichen die Flügel (alae) und deren zwei vorderen, zusammengeneigten oder zusammengewachsenen das Schiffchen oder den Kiel (carina) bilden. Außerdem finden sich vielblättrige zygomorphe Blumenkronen noch bei den Violaceen, Sapindaceen, Tropaeoleen, Balsamineen ꝛc.

Fig. 328.
A Schmetterlingsblüte der **Frühlings-Wolfsmilch.**
B Dieselbe in ihre fünf ungleichen Blättchen zerlegt:
a **Fahne** oder hinteres und größtes Blättchen;
b **Flügel** oder die zwei seitlichen Blättchen;
c **Kiel** oder Schiffchen oder die zwei vorderen meist zusammengewachsenen Blättchen.

§. 115. **V.** Das **Androeceum**[1], bestehend aus den **Staubgefäßen** oder **Staubblättern** (stamina, §. 108.), d. s. diejenigen Blütenblätter, welche den Blütenstaub oder Pollen (§. 118.) erzeugen. Daß die Staubgefäße Blätter sind, geht hervor aus ihrer seitlichen Stellung an der Blütenaxe, sowie aus den Uebergangsbildungen, die oft zwischen ihnen und den Blumenblättern bestehen (Fig. 330; 331.). Aber in männlichen Blüten, wo die Staubgefäße die letzten Bildungen an der Blütenaxe sind, und namentlich wenn hier nur ein einziges Staubgefäß vorkommt, steht dieses oft wirklich auf dem Scheitel der Blütenaxe, und manche Botaniker halten solche Staubgefäße auch wirklich für Axenorgane, wie bei *Najas*, *Casuarina*, *Euphorbia*. Die Stellung eines Organes auf dem Scheitel einer Axe ist aber noch kein genügender Grund gegen seine Blattnatur, zumal hier, wo dasselbe Organ sonst allgemein unzweifelhaft als Blatt erscheint. An Staubgefäßen, welche weder unter sich noch mit anderen Blütentheilen verwachsen sind, lassen sich meist folgende Theile unterscheiden (Fig. 329.): **1.** der **Staubfaden** (filamentum), der untere, mehr oder weniger fadenförmig verlängerte Theil; **2.** der **Staubbeutel**, das **Staubkölbchen** oder die **Anthere** (anthera[2]), ein sackförmiger Körper, in welchem sich der Blütenstaub befindet. Die Anthere besteht meist aus zwei nebeneinander liegenden Hälften, die man gewöhnlich als Fächer, besser als Antherenhälften oder Thecen (thecae[3]) bezeichnet. Gewöhnlich enthält jede Antherenhälfte zwei nebeneinander befindliche, durch eine Scheidewand getrennte, mit Pollen erfüllte Kammern, die Pollensäcke. Die ganze Anthere hat daher ursprünglich vier Pollensäcke; kurz vor der Reife schwindet aber gewöhnlich die Scheidewand, welche die Pollensäcke jeder Antherenhälfte trennt, und dann bilden beide Pollensäcke ein einziges Fach, weßhalb man eben jede Theca auch Fach nennt und die meisten

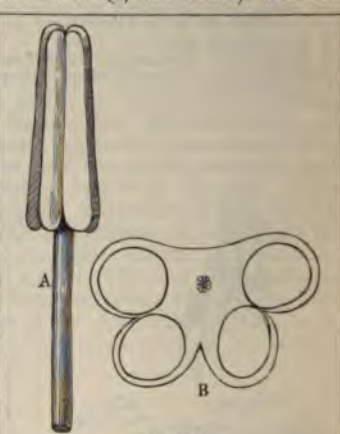


Fig. 329.
A **Staubgefäß** vom Raps, vergrößert, zeigt den Staubfaden und die Anthere, welche aus zwei nebeneinanderliegenden Hälften besteht.
B Anthere im Durchschnitt, zeigt in den beiden Antherenhälften rechts und links je zwei Pollensäcke, welche zuletzt durch Schwinden der Scheidewand zu einem Fach zusammenfließen, woselbst auch die Längsspalte entsteht, mit welcher das Fach sich öffnet. Zwischen den vier Pollensäcken das Connectiv mit einem Gefäßbündel in der Mitte.

1) ☞ Seite 251, Note 2. 2) von ἀνθηρός blühend. 3) θήκη Behältniß.

Antheren als zweifächerige bezeichnet. Die vereinigten beiden Pollensäcke werden zusammen als eine einzige pollenerfüllte Höhlung geöffnet durch die Art und Weise wie die reife Anthere aufspringt (s. unten §. 118). Der mediane Theil der Anthere, welcher die beiden Thecen verbindet und die Fortsetzung des Staubfadens ist, bildet 3. das **Zwischenband** oder **Connectiv** (connectivum[1]), welches wegen der mannichfaltigen Bildungen, die es bei vielen Pflanzen annimmt, als besonderer Theil unterschieden werden muß. Der Staubfaden sowie das Connectiv sind von einem Gefäßbündel durchzogen.

A. **Formbildung der Staubgefäße.** Das Staubgefäß ist ein metamorphosirtes Blatt, und darum lassen sich auch seine Theile auf diejenigen eines gewöhnlichen Blattes beziehen, wobei wir freilich keine große Aehnlichkeit erwarten dürfen, weil das Staubblatt nicht für den Dienst, den das gewöhnliche Blatt leistet, bestimmt, sondern lediglich für die Erzeugung des Pollens eingerichtet ist. Es entspricht nämlich im allgemeinen der Staubfaden dem Blattstiele beziehendlich dem unteren Theile der Blattfläche, die Anthere der ganzen Blattfläche oder dem oberen Theile derselben, und zwar das Connectiv dem medianen Theile, insbesondere der Mittelrippe, die Thecen den beiden seitlich von der Mittelrippe liegenden Hälften der Blattfläche. Am deutlichsten springt oft die Blattnatur des Staubgefäßes in die Augen bei Vergleichung mit dem Blumenblatt, und es giebt besonders einige Pflanzen, bei denen zwischen beiden große Aehnlichkeit und sogar ein allmählicher Uebergang durch Mittelbildungen besteht. So gehen z. B. bei *Nymphaea alba* (Fig. 330.) die Blumenblätter dadurch allmählich in die Staubgefäße über, daß sie selbst zunächst an Größe abnehmen, dann am oberen Theile der Platte zwei Thecen bekommen, während der übrige Theil der Platte allmählich schmäler wird und, soweit er zwischen den beiden Thecen liegt, sich zum Connectiv zusammenzieht, im übrigen Theile die Beschaffenheit des Staubfadens annimmt. Ganz besonders aber dienen zur Erkenntniß der Blattnatur des Staubgefäßes und der morphologischen Bedeutung seiner Theile die Blütenmißbildungen, welche als abnorme Erscheinungen bisweilen vorkommen, und namentlich die sogenannten gefüllten Blüten, weil bei ihnen Umwandlungen von Staubgefäßen in Blumenblätter zu beobachten sind. Wenngleich diese Erscheinungen in die Teratologie (§. 2, I, 4) gehören, so leisten sie doch der normalen Morphologie aus dem angegebenen Grunde wichtige Dienste. Sie lehren übrigens, daß die Theile des Staubgefäßes in keine constante und strenge Beziehung zu bestimmten Theilen gewöhnlicher Blattformen gebracht werden können. So finden sich z. B. in gefüllten Rosen halb in Blumenblätter verwandelte Staubgefäße, bei denen die Bildung §. 116.

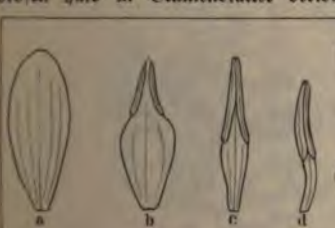


Fig. 330.

Uebergänge der Blumenblätter in Staubgefäße in der Blüte von *Nymphaea alba*. a eins der inneren Blumenblätter; in b erscheinen die Antherenfächer an den Rändern des oberen Theiles, während bei c und d der untere Theil des Blumenblattes durch weitere Zusammenziehung in den Staubfaden übergeht.

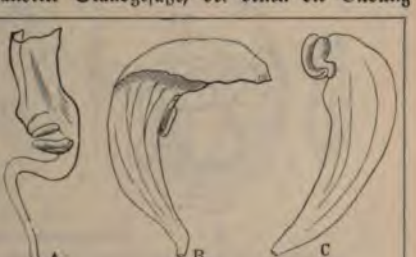


Fig. 331.

Halb in Blumenblätter umgewandelte Staubgefäße aus einer gefüllten Rose. A nur die Anthere (und zwar nur ein Pollensack) ist petaloid geworden. B die eine Antherenhälfte und zugleich der Staubfaden sind blattförmig geworden. C fast nur der Staubfaden ist petaloid geworden, er trägt die fast unveränderte Anthere an seiner Spitze.

1) Von connectĕre verknüpfen.

§. 116. des blattförmig gewordenen Theiles entweder hauptsächlich von der Anthere, oder von dieser und vom Staubfaden zugleich oder nur vom Staubfaden ausgegangen ist (Fig. 331.).

Einfache und zusammengesetzte Staubblätter. Ebenso wie das Blatt überhaupt als zusammengesetztes (§. 89.) auftreten kann, wobei jeder Theil (Blättchen) die Form eines ganzen Blattes zeigt, ebenso giebt es außer den einfachen Staubgefäßen (der gewöhnlichen Form, wie in Fig. 329.) auch zusammengesetzte, an denen jede Auszweigung die Form eines ganzen Staubgefäßes hat, d. h. aus Filament und Anthere besteht, das Staubblatt also wie ein Bündel mehrerer erscheint. Die gewöhnliche Terminologie redet hier auch von Staubgefäßbündeln, was jedoch ungenau ist, weil diese Bezeichnung nur auf wirklich verwachsene (s. unten) Staubgefäße angewendet werden darf. Die meisten Fälle sogenannter Staub-

Fig. 332.

Zusammengesetzte Staubgefäße einer *Melaleuca*.

Die Blüte im Durchschnitt. o unterständiger Fruchtknoten. ss Kelchblätter. pp Blumenblätter. aa zwei der fünf Staubblätter, welche fiederförmig zusammengesetzt sind und auf jedem secundären Staubfaden eine Anthere tragen. g Griffel.

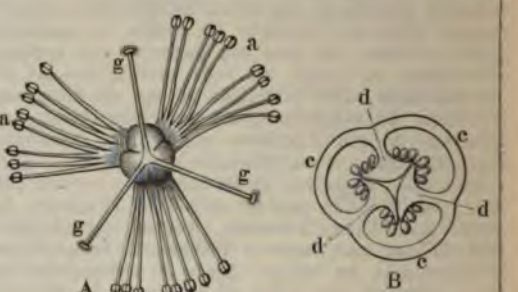


Fig. 333.

Zusammengesetzte Staubgefäße von *Hypericum perforatum*.

A Die drei Staubblätter aaa erscheinen wie Bündel von Staubgefäßen; sie alterniren mit den auf sie folgenden drei Carpellen, wie aus der Stellung der drei Fächer und der drei Griffel ggg zu erkennen ist. B Durchschnitt des dreifächerigen Fruchtknotens, zeigt die drei je ein Fach abschließenden Carpelle ccc, deren Ränder die Scheidewände ddd mit der axilen Placenta bilden.

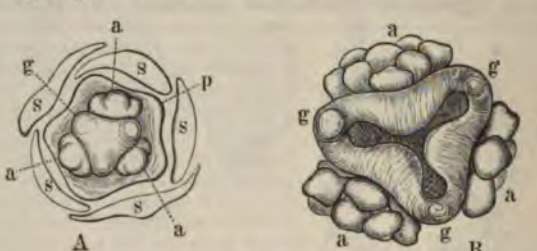


Fig. 334.

Entwickelung der Blüte von *Hypericum perforatum*.

A Scheitelansicht einer jungen Blüte. s Kelchblätter, p die damit alternirenden Höcker, welche die Anlagen der Blumenblätter darstellen. aaa Die Anlagen der drei Staubblätter, alternirend mit den drei auf sie folgenden Carpellen, welche nur erst als schwache Höcker g sichtbar sind.

B Aus einer etwas älteren Blüte. Die drei Staubblätter a haben durch weitere Sprossung noch mehr secundäre Höcker gebildet, deren jeder zu einer Anthere mit Staubfaden wird, während in A die Staubblätter a eben erst mit der Bildung secundärer Höcker beginnen, wodurch jeder sich als ein einziges aber durch Verzweigung zusammengesetzt werdendes Blatt, nicht als ein Bündel verwachsener Staubgefäße erweist. ggg drei Carpelle, mit ihren verwachsenen Rändern (hinter aaa liegend) sich nach einwärts schlagend, um die Scheidewände der drei Fächer zu bilden, die oben noch nicht sich geschlossen haben.

gefäßbündel sind vielmehr zusammengesetzte Staubgefäße, z. B. bei manchen Myr- §. 116.
taceen (Fig. 332.), Euphorbiaceen (z. B. *Ricinus*), und Hypericaceen (Fig. 333.); denn die Entwickelungsgeschichte zeigt, daß hier jedes Bündel als ein einziger Höcker entsteht, an welchem dann, wie bei allen zusammengesetzten Blättern, Auszweigungen sich bilden, deren jede zu einem Staubfaden mit Anthere wird (Fig. 334.). Da somit jedes dieser vermeintlichen Bündel die Bedeutung eines einzigen Blattes annimmt, so erklärt sich auch die Stellung derselben in der Blüte, indem sie z. B. bei *Hypericum* in der Dreizahl vorhanden sind und mit den drei Carpellen alterniren.

1. Der **Staubfaden** zeigt insofern Verschiedenheiten, als er bald vollkommen fadenförmig, bald mehr bandartig verbreitert und letzteres entweder in seiner ganzen Länge oder nur im unteren Theile ist. Bei manchen Pflanzen sind die Filamente äußerst kurz oder kaum vorhanden, in welchem Falle das Staubgefäß sitzend (stamen sessile) heißt. Bei den meisten aber sind sie mehr oder weniger verlängert, oft vielmal länger als die Anthere. Bisweilen finden sich an den Staubfäden Bildungen, welche an die Nebenblätter (§. 83.) erinnern. So z. B. an jeder Seite des Fadens ein zahn- oder zipfelförmiger Anhang, der bei manchen *Allium*-Arten so lang ist, daß der Staubfaden dreispitzig erscheint, und nur der mittlere Zipfel die Anthere trägt (Fig. 335, g). Manche Cruciferen haben am Grunde an der Innenseite des Staubfadens ein Schüppchen, ähnlich einem ligulaartigen Nebenblatt (Fig. 335, a).

2. Die **Anthere.** Bei den meisten Pflanzen besteht, wie oben erwähnt, die Anthere aus zwei durch das Connectiv verbundenen Fächern oder Thecen und heißt dann zweifächerig (anthera biloculāris). Es giebt aber auch einfächerige Antheren (a. uniloculāris), bei denen nur die eine Hälfte ausgebildet ist, wie z. B. bei *Canna*. Doch können zweifächerige Antheren auch scheinbar einfächerig werden, wenn die beiden Thecen an der Spitze vereinigt sind und daher auch mit einer gemeinsamen Spalte sich öffnen, so daß es aussieht, als wenn eine einzige gekrümmte Theca über den Scheitel des Staubgefäßes sich erstreckte, wie

Fig. 335.

Vergrößerte Staubgefäße.

a Staubgefäß am Grunde mit einer blattartigen Schuppe von *Teesdalia nudicaulis*.
b Staubgefäß mit zwei zweimal gekrümmten Antherenfächern von der Spritzgurke.
c Ein pfriemlicher, behaarter Staubfaden mit durch einen Anhang am Grunde geschwänzten, nach dem Aufspringen umgekehrten Staubbeuteln vom Erdbeerbaume.
d Staubgefäß mit aufgerichteten, geschwänzten, aufgesprungenen Antheren der Sumpfheide.
e Staubgefäß mit behaartem Staubfaden und nierenförmiger, mit Längsspalte aufspringender Anthere von *Verbascum thapsus*.
f Staubfaden mit langem Connectivfortsatze, in der Mitte die beiden Staubbeutel tragend, von *Paris quadrifolia*.
g Dreispaltiges Staubgefäß mit sogenannter beweglicher Anthere vom rundköpfigen Lauche.
h Ein Staubgefäß der gemeinen Salbei mit querlaufendem Zwischenbande und den dadurch weit getrennten zwei Antherenfächern, von denen meist eins fehlschlägt.
i Staubkölbchen der Kartoffel, an der Spitze mit zwei Löchern aufspringend.

§. 116. bei manchen Labiaten und Scrophularineen. Nach ihrer Befestigung am Staubfaden heißt die Anthere **aufrecht** (anthēra erēcta oder basifixa[1]), wenn sie mit ihrer Basis auf dem Staubfaden steht (Fig. 335, e, f, i), dagegen **rückenständig** oder **beweglich** (a. dorsifixa[2] oder versatĭlis[3]), wenn sie mit ihrem Rücken, d. h. oberhalb ihrer Basis, auf der Spitze des Staubfadens ruht, wobei sie oft leicht beweglich ist (Fig 335, g). Das Extrem hiervon sind diejenigen Staubgefäße, bei denen die Anthere hängend, d. h. an ihrer Spitze mit dem Staubfaden verbunden ist (Fig 335, c). Bei rückenständigen Antheren ist zu berücksichtigen, ob der Staubbeutel nach innen (gegen die Mitte der Blüte hin) oder nach außen gekehrt ist; auch bei aufrechten Antheren stehen die beiden Thecen meist nicht genau seitlich am Connectiv, sondern etwas mehr nach innen oder nach außen gekehrt, was namentlich durch die Lage der Längsspalte, mit denen sich meist die beiden Fächer öffnen (s. unten) erkennbar wird. In dieser Beziehung nennt man die Staubbeutel **einwärts gekehrt** oder **einwärts aufspringend** (anthērae introrsae[4]) und, der seltenere Fall, **auswärts gekehrt** oder **auswärts aufspringend** (a. extrorsae[5]).

Zur Zeit, wo die Blüte aufgeblüht ist, springen die Antheren auf, wodurch der Pollen ausgestreut wird. Die meisten öffnen sich durch Längsspalten (anthērae rimōsae[6] dehiscēntes[7]), und zwar springt jede der beiden Thecen mit einer Ritze auf, welche gerade an der Grenze der beiden Pollensäcke sich bildet, indem nach Auflösung der Scheidewand beider auch die äußere Wand der Anthere an dieser Stelle durchreißt, so daß beide Pollensäcke jeder Theca zusammen geöffnet werden (Fig. 329.). Bei manchen Pflanzen springen die Antheren mit einem Loch, meist an der Spitze, auf (a. porōsae[8] dehiscēntes[7]), wie z. B. bei *Solānum* (Fig. 335, i). Bei den Berberideen und Laurineen springen die Antherenfächer mit Klappen auf (a. valvŭlis[9] dehiscēntes[7]), indem ein kleiner Theil der Antherenwand sich als Klappe erhebt.

3. Das **Connectiv** zeigt insofern verschiedene Bildung, als es entweder überall gleichbreit ist, so daß die beiden Antherenhälften parallel stehen, wobei es oft dieselbe Breite wie der Staubfaden hat, bisweilen auch schmäler ist, so daß die Thecen ganz nahe beisammen stehen, wie bei *Tropaeŏlum*, oder auch größere Breite als das Filament hat. Im letzteren Falle ist es oft entweder oben oder unten breiter als am anderen Ende, so daß die Thecen nach unten oder nach oben convergiren; letzteres kann bis zum völligen Verschmelzen der beiden Thecen am Scheitel sich steigern, wobei die Anthere nierenförmig wird und mit einer einzigen Spalte sich öffnet (Fig. 335, e). Die stärkste Verbreiterung in der Querrichtung zeigt das Connectiv bei *Salvĭa*, wo es in dieser Richtung fadenförmig sich streckt, ähnlich wie ein Wagebalken auf dem Filamente aufliegt und an beiden Enden je eine Theca trägt (Fig. 335, h), von denen hier meist eine fehlschlägt. Die Staubgefäße von *Carpĭnus* haben ein zweispaltiges Connectiv, wobei ebenfalls die beiden Thecen auseinander gerückt erscheinen. Bisweilen ist das Connectiv nach oben über die Anthere hinaus in einen **Connectivfortsatz** verlängert. Dieser ist oft nur eine kurze dreieckige Spitze, wie z. B. bei *Juglans*, *Plantāgo*, *Viŏla* ꝛc.; lang zugespitzt dagegen ist er bei *Paris* (Fig. 335, f) und *Asārum*, fadenförmig bei *Nerium*. Nicht zum Connectiv gehörig sind dagegen die Anhängsel an den Antheren bei den Ericaceen (Fig. 335, d) und Rhinanthaceen.

4. **Verwachsung der Staubgefäße.** Gleich anderen Blütenblättern können auch die Staubgefäße unter einander oder mit anderen Blütentheilen verwachsen sein. Diejenigen Staubgefäße, bei welchen dieses nicht der Fall ist, heißen **frei** (stamĭna liberа). Hinsichtlich der Verwachsung aber sind folgende zwei Fälle zu unterscheiden.

---

1) Am Grunde (basis) befestigt (fixus). 2) am Rücken (dorsum) befestigt (fixus). 3) drehbar, beweglich, von vertĕre wenden. 4) introrsus, eigentlich introvĕrsus nach innen zu. 5) extrorsus, eigentlich extrovĕrsus, nach außen zu. 6) mit einer Ritze (rima). 7) dehiscĕre aufspringen. 8) mit einem Loch (porus). 9) Diminutiv von valva Thürflügel, Klappe.

a. Verwachsung der Staubgefäße unter einander. Wenn in einer Blüte die Staubgefäße verwachsen (stamina connata) sind, so betrifft dies meist die Gesammtheit derselben. Sie stellen dann ein einziges Bündel dar und heißen daher einbrüderig oder monadelphisch (stamina monadelpha[1]). In männlichen Blüten (§. 109.), wo die Staubgefäße wegen des Fehlens des Gynäceums der innerste Blattkreis sind, stellt das Bündel derselben oft einen in der Mitte der Blüte stehenden säulenförmigen Körper dar, welcher aus den vereinigten Staubfäden besteht und auf seiner Spitze die ebenfalls verwachsenen oder auch freien Antheren trägt, wie z. B. bei manchen Cucurbitaceen (Fig. 335, b), manchen Euphorbiaceen und Aroideen. In Zwitterblüten aber, wo die Staubgefäße in einem Kreise das Pistill umgeben, ist das Bündel monadelphischer Staubgefäße ein röhrenförmiger Körper, indem die Staubfäden mit einander zu einer Röhre verwachsen. Häufig beschränkt sich diese Verwachsung nur auf den untersten Theil der Staubfäden, wo dann der übrige Theil derselben sammt den Antheren frei bleibt; so z. B. bei *Linum*. Oder sie erstreckt sich auf einen größeren Theil der Staubfädenlänge, so daß nur der oberste Theil der Staubfäden mit den Antheren frei ist; so z. B. bei *Lysimachia*, wo die vorhandenen fünf Staubgefäße gleichmäßig in dieser Weise verwachsen sind; ferner bei den Papilionaceen, wo es zwei alternirende fünfgliedrige Kreise von Staubgefäßen giebt, welche meist mit Ausnahme des hinteren Stamen des inneren Kreises in eine Röhre verwachsen, die daher nicht geschlossen, sondern an der hinteren Seite, wo das freie Staubgefäß steht, gespalten ist (Fig. 336.); so endlich bei den Malvaceen, wo eine größere Anzahl von Staubgefäßen in eine vollständige Röhre verwächst, welche oben in die einzelnen Staubfäden sich spaltet, deren jeder eine einfächerige Anthere trägt (Fig. 337.). Seltener sind die einbrüderigen Staubgefäße bis an die Spitze in §. 116.

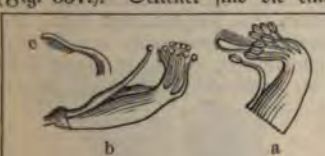


Fig. 336.
In zwei Bündel (ein und neun Staubgefäße) **verwachsene Staubgefäße der Papilionaceen.**
a Griffel und Staubgefäße der Futterwicke;
b Griffel und Staubgefäße der Linse;
c Griffel der Linse vergrößert.

Fig. 337.
Blüte der **Eibisch** (*Althaea officinalis*).
A Die fünf Blumenblätter mit ihren Nägeln am Grunde zusammenhängend mit der Staubfadenröhre, in welche sämmtliche Staubgefäße verwachsen sind und welche den in der Mitte stehenden Griffel umschließt. An ihrer Spitze trägt sie die zahlreichen freien Antheren, über welchen die Narben des Griffels aus der Staubfadenröhre hervorragen. 1/1.
B Die Staubfadenröhre mit den Antheren aus einer jungen Blüte, durchschnitten und vergrößert.
C Stück der Staubfadenröhre mit den oben freien zweispaltigen Staubfäden und deren einfächerigen Antheren, aus einer aufgeblüten Blüte, vergrößert.

1) Zusammengesetzt aus μόνος einzig, vereint und ἀδελφός Bruder.

§. 116. eine Röhre verwachsen, so daß die Antheren oben auf der Innenseite der letzteren gleichsam angewachsen sind, wie bei manchen Meliaceen. Wenn die Staubgefäße einer Blüte in zwei besondere Bündel verwachsen sind, so heißen sie zweibrüderig oder diadelphisch (stamina diadelpha[1]). So z. B. bei den Fumariaceen, wo es zwei Bündel aus je drei verwachsenen Staubgefäßen giebt, deren Filamente verwachsen und deren Antheren frei sind. Linné bezeichnete auch das oben erwähnte Verhältniß der Papilionaceen als Diadelphie, weil außer dem Bündel der verwachsenen Stamina noch ein freies Staubgefäß vorhanden ist. Stamina, die in mehr als zwei gesonderte Bündel vereinigt sind, nennt man vielbrüderige oder polyadelphische (stamina polyadelpha[2]); doch sind diese wohl meist als zusammengesetzte Staubblätter (S. 270) zu betrachten. Bei den Compositen sowie bei *Viola* sind die Staubfäden frei und nur die Antheren unter einander verwachsen (Fig. 338.); solche Staubgefäße heißen verwachsenbeutelige oder synantherische oder syngenesische (stamina synantĥera[3]); die Compositen haben davon auch den Namen Synantheren erhalten. Solche Antheren springen auf der Innenseite auf, so daß der Pollen in das Innere des Antherenrohres und aus dessen Mündung nach außen tritt.

b. Verwachsung der Staubgefäße mit der Blumenkrone oder dem Perigon. Wenn die Blumenkrone oder das Perigon einblätterig (§. 113.) sind, so sind oft die Staubfäden mit der Röhre der Corolle oder des Perigons verwachsen, so daß die Antheren entweder noch auf einem freien Stück des Staubfadens oder unmittelbar sitzend auf der Innenseite der Röhre inserirt erscheinen (Fig. 308; 315.).

c. Verwachsung der Staubgefäße mit dem Gynäceum. Bei manchen Pflanzen mit unterständigem Fruchtknoten (§. 120.), wie Aristolochiaceen und Orchideen, findet eine Verwachsung zwischen Staub- und Fruchtblättern statt. Da die letzteren in Blüten mit unterständigem Fruchtknoten vorwiegend nur die Bildung von Griffel und Narbe (§. 122 u. 123.) übernehmen, so steht in jenem Falle an Stelle des Griffels ein Körper, an welchem die angewachsenen Antheren und die

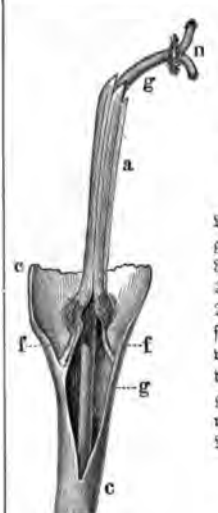


Fig. 338.
Synantherische Staubgefäße von *Centaurea cyanus*.

c c der untere Theil der Blumenkronröhre aufgeschnitten, um die in der Röhre inserirten freien Staubfäden f f zu zeigen. Die Antheren derselben a sind in eine lange Röhre verwachsen, durch welche der Griffel g hindurchgeht und oben hervorragt mit der zweitheiligen Narbe n.

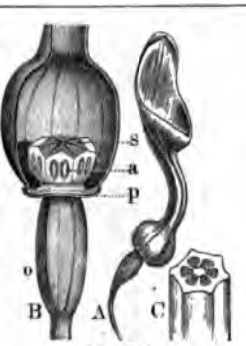


Fig. 339.
Gynandrische Blüte von *Aristolochia clematitis*.

A Die ganze Blüte. B Der bauchige Theil des Perigons aufgeschnitten (p); man sieht die Narbe s und die an den Narbenkörper angewachsenen Antheren a, beide zusammen die Befruchtungssäule bildend. o der unterständige Fruchtknoten. C Querschnitt durch den sechsfächerigen Fruchtknoten.

1) zusammengesetzt aus δίς doppelt und ἀδελφός Bruder. 2) zusammengesetzt aus πολύς viel und ἀδελφός Bruder. 3) zusammengesetzt aus σύν zusammen und ἀνθηρά Anthere.

Narbe unterschieden werden und den man Befruchtungssäule (gynostemium[1]) nennt. Solche Blüten heißen mannweibige oder gynandrische (flores gynandri[2], Fig. 339.).

B. **Verschiedenheit der Staubgefäße in einer und derselben Blüte.** Bei vielen Pflanzen sind sämmtliche Staubgefäße der Blüte einander gleich. Es giebt aber auch viele Pflanzen, in deren Blüten die Staubgefäße ungleich sind. In vielen Fällen bezieht sich dies nur auf die Länge derselben. Namentlich wenn mehrere Kreise von Staubgefäßen vorhanden sind, haben oft die verschiedenen Kreise ungleichlange Stamina. Hierher gehört auch das Verhältniß bei den Cruciferen, wo die zwei Staubgefäße, welche den äußeren Kreis bilden, kürzer, die vier des inneren Kreises länger sind (Fig. 285.), weßhalb hier die Staubgefäße viermächtig (stamina tetradynama[3]) genannt werden. Staubgefäße eines und desselben Kreises von ungleicher Länge finden wir vornehmlich in zygomorphen Blüten (§. 114.), z. B. bei den Sapindaceen. Ein Fall dieser Art sind auch die zweimächtigen Staubgefäße (stamina didynama[4]) bei den Labiaten und vielen Scrophularineen. Hier kommt hinzu, daß von den normal vorhandenen fünf Staubgefäßen das hinterste meist bis zum Verschwinden fehlschlägt; die vier anderen sind ungleich lang, und zwar entweder die beiden hinteren oder die beiden vorderen länger (Fig. 340.). §. 117.

Ferner können die Staubgefäße einer Blüte hinsichtlich ihrer Bildung unter einander verschieden sein. In Blüten, welche eine größere Anzahl Staubgefäße, insbesondere mehrere Kreise solcher besitzen, kommt es bisweilen vor, daß ein oder der andere Kreis von Staubgefäßen in seinen Antheren keinen oder wirkungslosen Pollen bildet oder ganz antherenlos ist (Fig. 341.). Solche Staubgefäße heißen

Fig. 340.

Zweimächtige Staubgefäße von *Thymus serpyllum*.

A Der Kelch. B Die aus dem Kelche herausgenommene zweilippige Blumenkrone. C Die letztere mitten durch die Unterlippe aufgeschnitten und ausgebreitet, zeigt die in der Blumenkronröhre inserirten Staubfäden. Die beiden kurzen sind die hinteren, welche alternirend mit der Unter- und Oberlippe stehen. Die langen sind die vorderen, welche zwischen dem Mittel- und den Seitenlappen der Unterlippe (vorderes und seitliche Blumenblätter) inserirt sind. Das fünfte Staubgefäß vor dem Einschnitte der Oberlippe (die beiden hinteren Blumenblätter) fehlt.

Fig. 341.

Blüte des kleinen Hornkrautes (*Cerastium semidecandrum*).

a fünf Kelchblätter, c fünf Blumenblätter, darauf folgt der äußere Kreis ausgebildeter fünf Staubgefäße, darauf der innere Kreis antherenloser fünf Staubgefäße, zuletzt das Pistill mit fünf Griffeln.

unfruchtbar, steril, antherenlos oder castrirt (stamina sterilia oder ananthera[5]). Wenn die Anthere ganz fehlt und namentlich wenn solche Staubgefäße auch im übrigen eine von den vollkommenen Staubblättern abweichende Formbildung annehmen, nennt man sie Nebenstaubgefäße oder Staminodien. So finden sich dergleichen von eigenthümlicher Beschaffenheit bei *Parnassia* (Fig. 342.). Hier ist der äußere, mit den Blumenblättern abwechselnde Kreis von fünf Staubgefäßen normal gebildet; an Stelle des inneren Staminalkreises, also alternirend mit den vollkommenen Staubgefäßen stehen fünf Staminodien, deren

1) Zusammengesetzt aus γυνή Weib und στήμων der Aufzug am Webstuhl, soviel als stamen Staubgefäß. 2) zusammengesetzt aus γυνή Weib und ἀνήρ, ἀνδρός Mann. 3) zusammengesetzt aus τέτρα vier und δύναμις Macht. 4) zusammengesetzt aus δίς zwei und δύναμις Macht. 5) α privativum und ἀνθηρά Anthere.

Fig. 342.

Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*).

a die Blüte, von oben gesehen, zeigt die fünf Blumenblätter, die fünf Staubgefäße und die damit alternirenden fünf gefranseten schuppenförmigen **Staminodien**, deren einer bei b vergrößert ist und die zahlreichen, Drüsen tragenden Fransen zeigt.

jedes ein schuppenförmiges, in lange Fransen getheiltes Blatt darstellt, auf dessen Fransen je eine Drüse sitzt.

§. 118. C. **Bau der Anthere und Bildung des Pollens.** Das Staubgefäß wird nur von einem einzigen dünnen Gefäßbündel durchzogen, welches der Länge nach durch den Staubfaden und durch das Connectiv läuft; im übrigen hat es nur parenchymatisches Gewebe und enthält als wesentlichen Bestandtheil eine staubartige Masse, den **Pollen** oder **Blütenstaub**, bestehend aus zahlreichen kleinen eigenthümlichen Zellen, den **Pollenkörnern** (**grana pollinis**), welche sich, sobald sie vollständig ausgebildet sind, aus dem Verbande der Anthere lösen und durch das Aufspringen derselben in Freiheit gesetzt werden. Das Zerreißen der Antherenwand wird dadurch vorbereitet, daß die Zellen, welche an denjenigen Stellen stehen, wo der Riß sich bildet, absterben und schwinden. Bei den mit Längsspalten aufspringenden Antheren entsteht der Riß an der Grenze der beiden Pollensäcke jeder Antherenhälfte (§. 115.), also da, wo die beide Pollensäcke trennende Scheidewand anstößt, und zwar gleichzeitig mit der Auflösung der letzteren. Das eigentliche

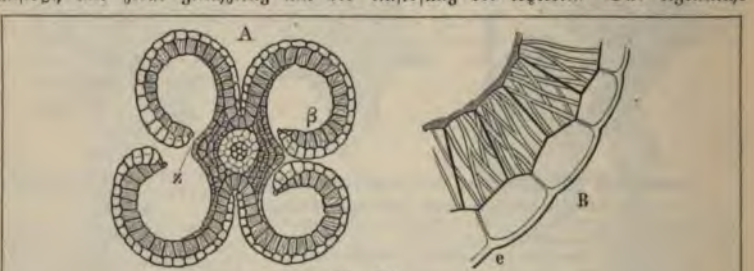


Fig. 343.

Bau der Anthere von *Butomus umbellatus*.

A Querschnitt der ganzen aufgesprungenen Anthere mit ihren vier Fächern. Die Antherenwände β und die Scheidewände zwischen den beiden Fächern jeder Antherenhälfte lösen sich bei z so ab, daß beide Fächer sich vereinigen und durch die gemeinsame Spalte geöffnet werden. Vergrößert. B Ein Stück der Antherenwand, stärker vergrößert, um die Epidermis e und die darunter liegende Schicht weiter, fibröser (mit Verdickungsfasern auf ihren Membranen ausgestatteten) Zellen zu zeigen. Nach Sachs.

Aufspringen, wobei das Fach sich weit öffnet, wird durch einen Mechanismus bewirkt, welcher in einem besonderen Baue der Antherenwand seinen Grund hat (Fig. 343.). Unter der aus dünnwandigen Zellen bestehenden Epidermis befindet sich eine Schicht meist weiterer Zellen, deren Membran mit spiraligen oder ringförmigen Verdickungsfasern (§. 29.) ausgestattet sind. Wenn nun die reife Anthere austrocknet, so ziehen sich diese beiden Zellschichten wegen ihrer verschiedenen Hygroscopicität ungleich zusammen, und zwar die Epidermis stärker als die Faserzellschicht, so daß die Antherenwand sich nach außen concav krümmen muß und so das Fach öffnet.

Die Entwickelung der Pollenkörner beginnt schon im sehr jungen Zustande des Staubgefäßes, lange vor dem Aufblühen der Blütenknospen. Auf dem Durch-

schnitte durch eine sehr junge Anthere erkennt man im Inneren an den Punkten, welche später die vier Pollensäcke (§. 115.) einnehmen, zuerst nur eine größere mit dichterem Protoplasma erfüllte runde Zelle (Fig. 344, A, m); in älteren Zuständen findet man statt einer Zelle eine Gruppe solcher, indem aus der anfänglichen ersten Zelle durch Theilung mehrere geworden sind (Fig. 344, B). Dieses sind die Urmutterzellen des Pollens. An ihnen bemerkt man dann ein Dickerwerden §. 118.

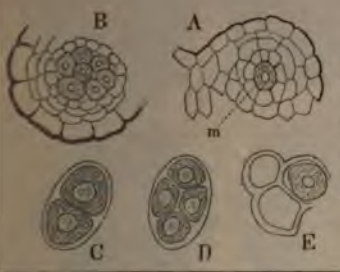


Fig. 344.
Entwickelung des Pollens vom Raps.
A Durchschnitt durch ein Stück der Anthere mit einem der künftigen Pollensäcke. m die erste Urmutterzelle des Pollens.
B Dasselbe in späterer Entwickelung. Die Urmutterzellen durch Theilung vermehrt.
C u. D Urmutterzellen in zwei Graden der Theilung in vier Specialmutterzellen (Tetraden).
E Eine Tetrade im Durchschnitt; aus den Specialmutterzellen sind die jungen Pollenzellen herausgefallen, eine noch vorhanden.

der Membran, ein Verschwinden des Zellkernes, Auftreten von vier neuen Kernen und Theilung des ganzen Protoplasmas in vier Theile, deren jeder einen Kern enthält. Zwischen diesen Theilen bilden sich dann von der Haut der Mutterzelle ausgehend Scheidewände, die gleichfalls sich verdicken. So ist aus jeder Urmutterzelle eine Tetrade von vier Specialmutterzellen des Pollens (Fig. 344, C u. D) geworden. Der Inhalt einer jeden Specialmutterzelle ist der Anfang einer jungen Pollenzelle: ihr Protoplasmakörper umkleidet sich nämlich sehr bald mit einer anfangs sehr dünnen Zellhaut, welche mit der Haut der Specialmutterzelle nicht zusammenhängt. Denn wenn man um diese Zeit die Tetraden in Wasser bringt, so quillt die geschichtete Membran derselben auf und platzt oft, worauf schon jetzt die jungen Pollenzellen frei hervortreten (Fig. 344, E). In der Folge gewinnen nun die letzteren die für sie charakteristische Ausbildung der Membran (s. unten) und gleichzeitig lösen sich die Zellhäute der Mutterzellen in Schleim auf und verlieren ihre Form, die Pollenzellen liegen frei in der schleimigen Flüssigkeit und endlich, indem auch die letztere verschwindet, als eine staubartige Masse in dem so entstandenen Raume des Pollensackes.

An den ausgebildeten Pollenkörnern unterscheiden wir die nämlichen Theile wie an jeder anderen Pflanzenzelle, und zwar zunächst die Membran der Pollenzelle; diese besteht aus 1) der äußeren Pollenhaut oder Exine, d. i. die äußere cuticularisirte (§. 31.) Schicht der Pollenhaut. Dieselbe ist meist nach außen verdickt in Form von Warzen, Stacheln, Leisten, Kämmen u. s. w., wodurch die Pollenkörner oft eine regelmäßige Sculptur an ihrer Oberfläche erhalten, welche bei den einzelnen Pflanzenarten verschieden und bei jeder constant ist, (Fig. 345.). Meist ist die Exine gefärbt; daher rührt die meist gelbe, seltener violette Farbe des Pollens. Oft hängt auch der Oberfläche etwas einer ölartigen Substanz an, welche den Pollen klebrig macht. 2) die innere Pollenhaut oder Intine, d. i. die innere, nicht cuticularisirte, aus Cellulose bestehende Schicht, unterhalb der Exine. An gewissen Stellen bemerken wir die vorgebildeten Austrittsstellen des bei der Befruchtung entstehenden Pollenschlauches (§. 128.). Hier ist die Exine dünner oder in Form eines Loches unterbrochen (Fig. 345, B), während die Intine an den betreffenden Punkten oft warzenförmig nach innen oder nach außen verdickt ist (Fig. 346.). Beim Kürbis sind es rundliche Stücke der Exine, welche wie ein Deckel über diesen Stellen durch die Intine abgehoben werden (Fig. 345, F). Auch die Zahl der Austrittsstellen in der Pollenhaut ist bei den einzelnen Pflanzen constant: eine einzige haben die meisten Monokotyledonen, drei finden sich bei den Compositen, Geraniaceen, Cupuliferen, *Tilia* ꝛc., viele bei den Malvaceen, Convolvulaceen ꝛc. Der Inhalt des Pollenkornes (fovilla), besteht aus dichtem körnigen Protoplasma, oft mit Stärkekörnchen und

§. 118.

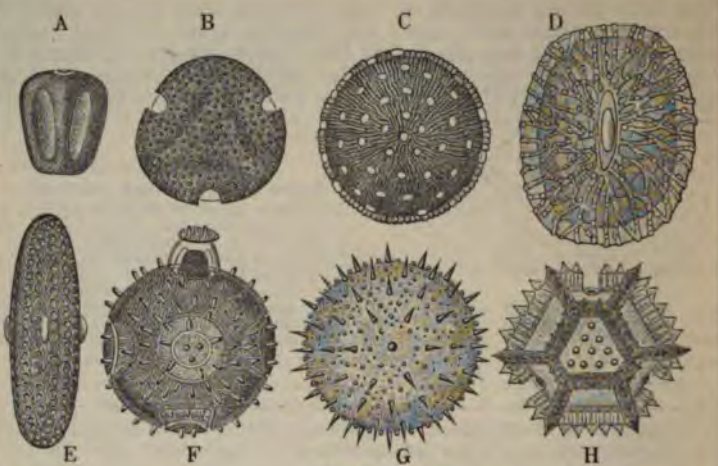


Fig. 345.

Verschiedene Formen von Pollenkörnern.

A Von *Alopecūrus pratēnsis*, prismatisch, mit einer Austrittsstelle. B Von der Linde, triglig, mit drei Austrittsstellen. C Von *Polemonium coerulēum*. D Von *Pelargonium*. E Von *Ruellia anisophȳlla*, länglich, in der Mitte mit mehreren Austrittsstellen. F Vom Kürbis, mit mehreren Austrittsstellen, über welche die Exine deckelförmig sich abhebt. G Von *Althaea rosēa*, mit stacheliger Exine. H Von *Tragopōgon*, mit drei Austrittsstellen, Exine mit kammförmigen Borsten. Nach Fritsche.

Fig. 346.

Stück eines Durchschnittes durch ein Pollenkorn von *Althaea rosēa*.

e die Exine, mit stacheligen Verdickungen st; bei o die Löcher der Exine (Austrittsstellen), hinter denen die Intine i nach innen vorspringende warzenförmige Verdickungen bildet. p Stück des von der Pollenhaut zurückgetretenen Protoplasmas (Inhalt des Pollenkornes). 800fach vergrößert. Nach Sachs.

Oeltröpfchen gemengt. Im Wasser platzt das Pollenkorn gewöhnlich und entleert die Fovilla als gewundene schleimige Masse, deren Körnchen dann Molecularbewegung zu zeigen pflegen. In dem Protoplasma des Pollenkornes lassen sich aber zwei Zellenkerne wahrnehmen, welche durch Theilung eines primären Kernes entstanden sind und welche auch bei der Bildung des Pollenschlauches (§. 128.) mit dem Protoplasma in denselben eintreten. Wir müssen darin den letzten Ueberrest der Zellbildungen erkennen, die an den männlichen Zellen der Gymnospermen (§. 137.) und Gefäßkryptogamen (§. 140.), d. i. den den Angiospermen in der Entwickelung des Pflanzenreiches vorangegangenen Pflanzen, vorkommen.

Abweichungen in der Bildung des Pollens kommen bei manchen Pflanzen vor, insofern die aus einer Tetrade abstammenden Pollenkörner oder auch eine größere Anzahl solcher zu Pollenmassen vereinigt sind. Pollentetraden finden sich z. B. bei *Typha*, *Rhododēndron* ꝛc. Wenn die sämmtlichen Nachkommen einer Urmutterzelle verbunden bleiben, so giebt es Pollenmassen von 8, 12, 16 und mehr mit einander vereinigten Pollenkörnern, wie bei den Mimosaceen. In der Familie

der Orchideen, und zwar in der Gruppe der Ophrydeen bleiben sogar sämmtliche Pollenkörner einer Antherenhälfte von einer wachsartigen Substanz zusammengehalten, zu einem parenchymatischen Körper, dem sogenannten Pollinarium verbunden, welches nach unten in einen stielförmigen, am unteren Ende mit einer klebrigen Drüse versehenen Halter sich fortsetzt und in dieser Form als Ganzes aus dem Antherenfache herausgezogen werden kann (Fig 347.). Die junge Antherenhälfte läßt hier wie gewöhnlich zwei durch eine Scheidewand getrennte Pollensäcke erkennen, deren Inhalt durch wiederholte rechtwinkelig zu einander stehende

Fig. 347.

Sexualorgane von *Orchis masculа*, eine Befruchtungssäule (§. 116.) darstellend.

1 **Narbe.**
2 **Beutelchen,** zwei sackförmige Anhängsel, in welchen die Stiele der Pollenmasse eingeschlossen sind.
3 **Schnäbelchen,** ein über dem Nardenflecke befindlicher Fortsatz.
4 **Antherenfächer.**
5 Fehlgeschlagene Staubgefäße.
6 **Pollenmasse** oder Vereinigung aller Pollenkörner eines Antherenfachs zu einem gestielten Klümpchen.
7 Connectiv.

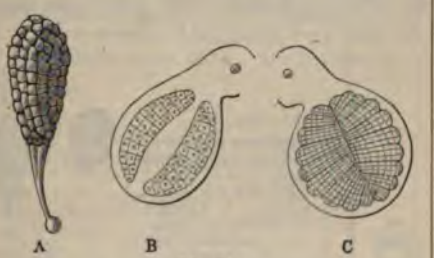


Fig. 348.

Pollinarien von *Orchis morio.*

A Ein ganzes Pollinarium mit stielförmigem Halter und Hafterüse am Ende desselben. Vergrößert.
B Durchschnitt durch eine junge Antherenhälfte mit den beiden durch die Scheidewand getrennten Sporensäcken, deren Inhalt durch wiederholte Zelltheilungen zu einem parenchymatischen Gewebe sich zu entwickeln beginnt.
C Durchschnitt durch eine ältere Antherenhälfte. Die Zelltheilungen sind weiter fortgeschritten, der ganze Inhalt der Antherenhälfte wird dadurch zu einem Pollinarium. B und C 120fach vergrößert. Nach Reichenbach.

Theilungen zu einem parenchymatischen Zellenverbande sich entwickelt, der sich zuletzt als Pollinarium von der Antherenwand sondert (Fig. 348.). Aehnliche Pollinarien kommen bei den Asclepiadeen vor. Uebrigens besteht der Pollen nur bei manchen Orchideen aus Pollenmassen, bei anderen aus Tetraden und bei einigen (den Cypripedien) aus gewöhnlichen vereinzelten Pollenkörnern. Ob eine Pflanze gewöhnlichen staubförmigen Pollen hat oder ob derselbe verklebt ist und als Ganzes entleert wird, hängt mit den Einrichtungen zusammen, welche in den Blüten behufs Uebertragung des Pollens auf die Narben, namentlich durch Insektenhülfe bestehen (§. 127.).

VI. Das **Gynäceum,** bestehend aus einem oder mehreren **Pistillen** oder **Stempeln** (pistillum), d. s. die weiblichen Organe der Blüten, weil sie die Samenknospen enthalten und durch den Pollen (§. 118.) befruchtet werden müssen, damit die Samenknospen zu den Samen sich entwickeln. Die Pistille werden von eigenthümlichen Blättern gebildet, welche **Fruchtblätter** oder **Carpelle** (carpĕlla[1]) heißen und die innersten oder mittelsten Blütenblätter sind, weßhalb auch das Gynäceum immer das Centrum der Blüte einnimmt. An einem vollständigen Pistill lassen sich vier Theile unterscheiden: der Fruchtknoten, der Griffel, die Narbe und die im Fruchtknoten enthaltenen Samenknospen. Diese Theile zeigen sich bei den verschiedenen Pflanzen von sehr mannichfaltiger Bildung, und in diesen Verhältnissen sind die wichtigsten Charaktere der Blüten zu finden. §. 119.

1) Abgeleitet von καρπός Frucht.

§. 120. 1. Der **Fruchtknoten** (Eierstock, germen, ovarium), der untere dickere Theil des Pistilles, welcher in einer oder mehreren Höhlungen die Samenknospen (§. 124.) einschließt. Seiner Stellung zu den übrigen Blütentheilen nach kann er sein ober- oder unterständig (☞ §. 111.).

a. Der **oberständige Fruchtknoten** wird ausschließlich von einem oder mehreren Fruchtblättern gebildet; die Blütenaxe betheiligt sich nicht daran oder wenigstens nicht an der Bildung der Wand des Fruchtknotens. In diesem Falle treten in der Blüte entweder nur ein Fruchtblatt oder deren mehrere in einem Quirl (cyclisch §. 110.) oder auch in spiraliger Stellung (acyclisch §. 110.) auf. Wenn nur ein einziges Carpell vorhanden ist, so bildet dieses natürlich allein das Pistill und dessen Fruchtknoten. Wir sehen dann das Fruchtblatt seine beiden Hälften

Fig. 349.

Gynäceum von *Astragălus glycyphyllus* aus einem einblättrigen Pistill (a) bestehend. b Dasselbe durchschnitten, zeigt seine Entstehung aus einem zusammengeschlagenen und mit den Rändern verwachsenen Fruchtblatt. Die Furche rechts ist die Gegend der Mittelrippe, die entgegengesetzte Seite, an welcher die jungen Samen sitzen, die Bauchnaht.

b a

b a

Fig. 350.

Gynäceum von *Helleborus viridis*, aus fünf cyclisch angeordneten einblättrigen Pistillen mit dem Griffel geschnäbelt. Die übrigen Blütentheile sind entfernt. B Ein einzelner durchschnittener Fruchtknoten, an der gegen die Mitte der Blüte gekehrten Bauchnaht die Samenknospen tragend.

t

A

B

Fig. 351.

Gynäceum von *Ranunculus ocris* (die übrigen Blütentheile sind entfernt) aus zahlreichen einblättrigen Pistillen in acyclischer (spiraliger) Anordnung. t die Blütenaxe. B Ein Pistill mitten durch den Fruchtknoten der Länge nach halbirt, zeigt tief unten an der Bauchnaht eine Samenknospe.

nach einwärts schlagen, bis die beiden Ränder sich berühren und verwachsen so daß eine Höhle abgeschlossen und der Fruchtknoten gebildet wird; der obere Theil des Blattes bleibt schmal und stellt den Griffel dar (Fig. 349.). Diejenige Seite des Fruchtknotens, wo die beiden Blattränder mit einander verwachsen sind, heißt die Bauchnaht; die entgegengesetzte Rückennaht entspricht der Mittelrippe des Fruchtblattes. Ein solches Pistill haben die Papilionaceen; das einzige Fruchtblatt steht hier an der vorderen Seite, so daß die Rückennaht des Fruchtknotens nach vorn, die Bauchnaht nach hinten gekehrt ist (vgl. auch das Diagramm (Fig. 283.). Aber auch wo mehrere Carpelle in einem Quirl (Fig. 350.) oder in großer Anzahl in spiraliger Anordnung (Fig. 351.) vorhanden sind (ersteres z. B. bei *Helleborus*, bei den Crassulaceen, letzteres bei *Ranunculus* und verwandten Gattungen), da kann jedes Carpell ein Pistill für sich bilden. Auch dann schlägt sich jedes mit seinen Rändern gegen das Centrum der Blüte hin zusammen und dort verwachsen die Ränder, so daß jedes seine Rückennaht nach außen, seine Bauchnaht nach innen kehrt. Alle solche aus einem einzigen Carpell gebildete Pistille heißen einblättrig (pistillum oder ovarium monomĕrum[1]). In einem Quirl stehende einblättrige Pistille können nachträglich vom Grunde an mehr oder weniger mit einander verwachsen, wie bei manchen Crassulaceen und bei *Nigella*. Ein anderer und häufigerer Fall ist der, daß wenn in einer Blüte mehrere in einem Quirle stehende Fruchtblätter vorhanden sind, die dann häufig mit den inneren Staubgefäßen gleiche Zahl und abwechselnde Stellung haben oder auch in geringerer Zahl vorhanden sein können, an ihren Rändern alle zusammen zu einem einzigen Pistill

1) Zusammengesetzt aus μόνος einzig und μέρος Theil.

oder wenigstens zu einem einzigen Fruchtknoten verwachsen. In diesem Falle nennt man das Pistill **mehrblättrig** (pistillum oder ovarium polymĕrum[1]). Der Fruchtknoten schließt dann entweder eine einfache Höhle ein, oder es schlagen sich auch hier die Ränder der Carpelle gegen die Mitte einwärts, aber da sie zu je zweien verwachsen sind, als einfache nach dem Mittelpunkte gerichtete **Scheidewände** (dissepimenta). Wenn diese in der Mitte zusammentreffen und sich vereinigen, so werden sie **vollständig** (Fig. 352, d; 354, d), wenn sie vor der Mitte endigen, **unvollständig** (Fig. 353, B) genannt. Durch die vollständigen Scheidewände wird der Fruchtknoten in soviel **Fächer** (locŭli) getheilt, als Carpelle an seiner Bildung betheiligt sind. Nach der Zahl derselben heißt er **einfächerig** (ovarium uniloculāre), **zweifächerig** (o. biloculāre), **dreifächerig** (o. triloculāre) ꝛc. Einfächerig ist also jeder monomere Fruchtknoten und von den polymeren jeder, dessen Carpellränder keine Scheidewände bilden. Die Verschmelzung §. 120.

Fig. 352.
Pistill von *Geranium pratense*.

A Das ganze Pistill einer aufgeblühten Blüte. o der Fruchtknoten, g der Griffel, n die fünftheilige Narbe, deren Theile den vorspringenden Fächern des Fruchtknotens entsprechen. a der Blütenboden, von welchem die Kelch-, Blumen- und Staubblätter entfernt sind. B Durchschnitt durch einen jungen Fruchtknoten. m die Blütenaxe, an welche die fünf Carpelle c angewachsen sind, die fünf Fächer des Fruchtknotens bildend. d die Scheidewände, durch die einwärts geschlagenen Carpellränder entstanden, welche im Innenwinkel der Fächer, also an axiler Placenta die Samenknospen tragen. Vergrößert.

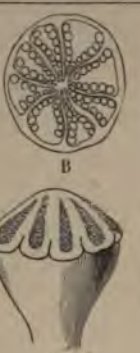


Fig. 353.
A **Pistill** des Klatschmohns (*Papāver rhoeas*), aus Fruchtknoten und sitzender strahliger Narbe bestehend. B Der Fruchtknoten im Durchschnitt, zeigt die zahlreichen **unvollständigen Scheidewände**, an welchen die Samenknospen sitzen.

Fig. 354. **Pistill** von *Hypericum perforātum*.

A Das von den drei zusammengesetzten Staubblättern a a a umgebene Pistill mit drei Griffeln g g g. B Durchschnitt durch den Fruchtknoten; die drei Carpelle c c c haben sich mit ihren Rändern, die drei Scheidewände d d d bildend, einwärts geschlagen und tragen dort, nur lose aneinanderliegend, also ohne Betheiligung der Blütenaxe die Samenknospen im Innenwinkel der Fächer. Schwach vergrößert.

1) Zusammengesetzt aus πολύς viel und μέρος Theil.

§. 120. der vollständigen Scheidewände im Centrum des Fruchtknotens geschieht häufig durch Vermittelung der Blütenaxe. Denn diese hört oft nicht unmittelbar über der Insertion der Carpelle auf, sondern setzt sich noch ein Stück darüber hinaus fort, und während sie in diesem Falle bei einfächerigen Fruchtknoten als freie Mittelsäule (s. unten S. 285) in der Ovariumhöhle erscheint, so bildet sie bei mehrfächerigen Fruchtknoten das Verbindungsglied der nach der Mitte hin gewachsenen Carpellränder, welche dort mit ihr vollständig verwachsen (Fig. 352.). Doch kommt es auch vor, daß die Blütenaxe nicht in die Fruchtknotenhöhle hinein verlängert und daher auch nicht an der Verwachsung der Scheidewände betheiligt ist; letztere sind dann im Centrum der Ovariumhöhle unmittelbar mit einander vereinigt, und man erkennt dann oft deutlich die Berührungslinien derselben, wie z. B. bei *Hypericum* (Fig. 354.). Außer den echten bilden sich in manchen Blüten auch noch falsche Scheidewände im Fruchtknoten, indem jedes Fach halbirt wird durch eine Wucherung in Form einer Scheidewand, welche von der Mitte jedes Fruchtblattes ausgeht. So ist bei *Linum* jedes der fünf Fächer noch durch eine unvollständige falsche Scheidewand unvollständig zweifächerig (Fig. 355.). Bei den Labiaten und Borragineen, wo der Fruchtknoten aus einem hinteren und einem vorderen Carpell gebildet und ursprünglich zweifächerig ist, wird derselbe frühzeitig auf die eben erwähnte Weise vierfächerig.

Gewöhnlich treten die einzelnen Fächer eines mehrfächerigen Fruchtknotens mit ihrer Außenwand mehr oder weniger stark convex hervor, so daß schon durch die äußere Form des Fruchtknotens die Zahl seiner Fächer angedeutet wird. Wenn dies in einem sehr starken Grade der Fall ist, so nennt man die einzelnen Theile Knöpfe (cocca) und einen solchen Fruchtknoten knopfig oder lappig, und zwar je nach der Zahl zweiknopfig (ovarium dicōccum), dreiknopfig (o. tricōccum, wie bei *Euphorbia*) ꝛc. Das Extrem dieses Zustandes besteht in einer vollständigen Isolirung der einzelnen Fächer. Es sondert sich dann nämlich schon sehr frühzeitig jedes Fach durch nachträgliches Wachsthum nach oben von seinen Nachbarn, so daß auch der Griffel mitten zwischen den Fächern von unten aus frei hervortritt. Jeden solchen vollständig in sich abgeschlossenen und von den übrigen getrennten Theil des Fruchtknotens nennt man Klause (Fig. 356.); dieselbe enthält dann gewöhnlich nur eine einzige Samenknospe. Dieses Verhältniß zeigen die Labiaten und die meisten Borragineen, wo die durch wahre und falsche

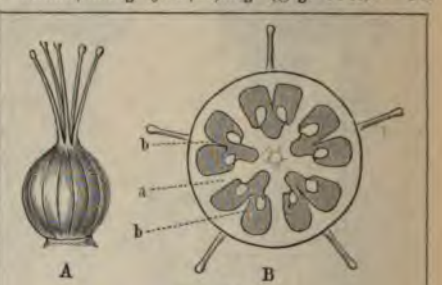


Fig. 355.

Pistill von *Linum usitatissimum*.

A Der Fruchtknoten mit seinen fünf Griffeln. B Der Fruchtknoten quer durchschnitten, um die fünf Fächer zu zeigen, welche durch fünf echte Scheidewände a getrennt und mit je einer unvollständigen falschen Scheidewand b versehen sind. Jedes Fach im Innenwinkel mit zwei Samenknospen. Die Lage der Griffel über der Mitte der fünf Fächer ist im Umkreise des Durchschnittes angedeutet.

Fig. 356.

Das **Pistill der Labiaten** von *Lamium album*.

A Um den (oben abgeschnittenen) Griffel g stehen vier gesonderte, einsamige Theile des Fruchtknotens, Klausen, deren eine bei B weggenommen ist. n n unterweibige Drüsen.

Scheidewände entstandenen vier Fächer (s. oben) nachträglich in vier Klausen sich absondern (vergl. Fig. 357.).

b. Der **unterständige Fruchtknoten** ist, wie oben (§. 111.) erwähnt, größtentheils von der umgeformten, nämlich mit den Rändern becher- oder röhrenförmig über ihren eigenen Scheitel emporgewölbten Blütenaxe gebildet und steht daher unterhalb der Insertion der Blütenblätter; nur die obere Ueberdachung des Fruchtknotens, die sich in der Mitte der Blüte befindet, sowie der ebenfalls dort stehende Griffel sind hier von den Carpellen gebildet, welche gleich den übrigen Blütenblättern von dem Rande des Bechers der Blütenaxe entspringen. Hier giebt es gewöhnlich mehrere Fruchtblätter. Dabei kann das Ovarium entweder einfächerig bleiben, oder wird mehrfächerig, d. h. es bekommt soviel Fächer als Fruchtblätter vorhanden sind. Im letzteren Falle wachsen wie beim oberständigen Fruchtknoten die paarweise vereinigten Carpellränder als Scheidewände quer durch die Ovariumhöhle, um sich in der Mitte zu vereinigen, hier also in abwärts gehender Richtung als Leisten, welche auf der Innenseite des die Fruchtknotenwand bildenden Axenbechers herabwachsen.

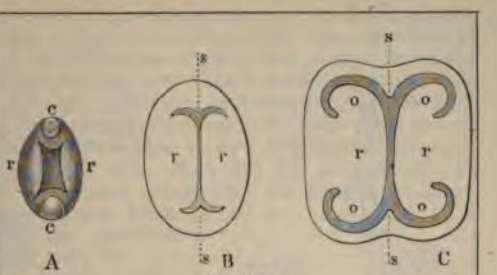


Fig. 357.

Entwickelung des Pistilles der Labiaten (von *Lycopus europaeus*).

A Der jüngste Zustand zeigt, daß das Pistill aus zwei Carpellen entsteht, die bei c und c als Höcker sichtbar geworden und bei r und r bereits mit ihren Rändern zusammengeflossen sind. B Querschnitt durch ein etwas älteres Pistill, wo die vereinigten Carpellränder r r als Scheidewände und Placenten gegen die Mitte zusammengetreten sind und den Raum in zwei Fächer theilen; bei s Beginn der Bildung falscher Scheidewände von der Mediane der Carpelle aus. C Querschnitt eines noch älteren Stadiums, wo an der Placenta bereits die Anlagen der vier Samenknospen o o o o aufgetreten und die falschen Scheidewände s s weiter entwickelt sind. Durch endlichen Zusammenschluß der echten Scheidewände r r und der falschen s s wird der Raum in vier je eine Samenknospe o enthaltende Fächer getheilt, deren jedes später durch selbständiges Wachsthum sich isolirt, woraus die vier Klausen des entwickelten Pistilles werden.

An jedem Fruchtknoten heißen diejenigen Stellen innerhalb der Fruchtknotenhöhle, an welchen die Samenknospen sitzen, die **Placenta** oder der **Samenträger** (placenta[1]), auch wohl **Samenleiste**, wo die Form derselben diesen Ausdruck rechtfertigt. Wenn man berücksichtigt, daß an der Bildung des Fruchtknotens Blattorgane betheiligt sind, so fragt es sich, ob die Samenknospen in einer Beziehung zu diesen Fruchtblättern stehen und insbesondere aus welchen Theilen derselben sie ihren Ursprung nehmen, zumal da sich daran auch die weitere Frage knüpft, welche morphologische Deutung den Samenknospen zu geben ist. Bei sehr vielen Pflanzen sind die Samenknospen deutlich eine Bildung des Fruchtblattrandes; bei einigen anderen entstehen sie auf der inneren Fläche des Fruchtblattes, nicht an den Rändern; endlich giebt es Pflanzen, wo die Samenknospen in gar keiner Beziehung zu den Carpellen stehen, sondern deutlich ein Erzeugniß der Blütenaxe sind, welche dann mitten in die Ovariumhöhle hinein gewachsen ist. Da aber nur entwickelungsgeschichtlich an ganz jungen Blüten sich ermitteln läßt, was Fruchtblattrand und Blütenaxe ist, so pflegt man die Placenta ohne Rücksicht auf den eben angedeuteten Ursprung lediglich nach ihren Lagenverhältnissen im fertigen Fruchtknoten zu benennen (vgl. Fig. 359.). Darnach heißt sie: a. innenwinkelständig (placenta axilis); wenn die Samenknospen im Innenwinkel der Fächer (Fig. 359, b, 352, 355.), bei einblätterigen Pistillen an der Bauchnaht (Fig. 349–351.) sich befinden. In diesem Falle sind die Samenknospen meist Erzeugnisse der Fruchtblatträndер, weil diese im Innenwinkel der Fächer, beziehendlich an der Bauchnaht zusammentreffen. Im Innenwinkel

§. 121.

1) Eigentlich Kuchen, nach dem analogen Organe des Thierkörpers, dem Mutterkuchen (placenta), so genannt.

§. 121.

Fig. 358.
Pistill von *Dianthus Carthusianorum*, der Fruchtknoten o durchschnitten, einfächerig mit **mittelpunktständigem Samenträger**, welcher eine **Mittelsäule** mit zahlreichen Samenknospen darstellt; g die zwei Griffel.

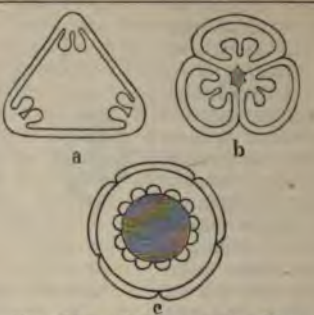


Fig. 359. **Schematische Formen der Placenta.**
a wandständig.
b innenwinkelständig.
c mittelpunktständig.

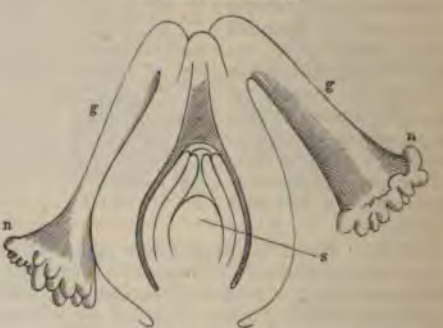


Fig. 360.
Junges Pistill von *Rumex sanguineus* vergrößert, der Fruchtknoten der Länge nach durchschnitten, um die einzige **grundständige, aufrechte, orthotrope Samenknospe** s, mit dem Eikern und zwei Integumenten zu zeigen. Von den drei Griffeln g sind zwei stehen geblieben; n Narben.

eines Faches schlagen sich nämlich oft die dort angewachsenen beiden Ränder des Fruchtblattes wieder etwas zurück nach dem Inneren des Faches, und jeder trägt daselbst die Samenknospen. Letztere stehen darum oft zweireihig im Innenwinkel, oder auch einreihig, indem die Samenknospen beider Reihen sich abwechselnd übereinander in eine Reihe ordnen. Sehr oft hat die innenwinkelständige Placenta nur zwei Samenknospen, jede von einem Carpellrande gebildet, oder auch nur eine einzige, wenn die andere fehlschlägt. Dann finden wir die Samenknospen entweder an der Basis oder an der Spitze des Innenwinkels befestigt; im ersteren Falle heißen sie aufrecht (ovŭlum erĕctum), im zweiten hängend (o. pendŭlum). Alles dies kommt sowohl in mehrfächerigen Fruchtknoten wie bei einblättrigen Pistillen vor. Bei der innenwinkelständigen Placenta kann die Samenknospe aber auch Erzeugniß der Blütenaxe sein, wie z. B. bei *Malva*, wo jedes Fach nur eine einzige Samenknospe enthält, die deutlich aus der hier sehr starken Blütenaxe entspringt, an welche die Carpelle angewachsen sind und welche die Innenwand jedes Faches bildet, so daß dies schon mit der mittelpunktständigen Placenta (s. c.) übereinstimmen würde, wenn man sich die Scheidewände wegdenkt. b. wandständig (placĕnta parietālis[1]), wenn die Samenknospen auf den Wänden des Frucht-

1) An der Wand (paries) stehend.

knotens stehen, sei es auf der peripherischen Wand oder auf den Scheidewänden. Bei einfächerigen Fruchtknoten stehen sie dann auf der peripherischen Wand (Fig. 359, a), und zwar an den Stellen, wo die Ränder der Carpelle mit einander verwachsen sind, so daß auch hier die Samenknospen den Carpellrändern angehören. So finden wir bei den Violaceen, Cistineen, Droseraceen, Resedaceen ꝛc., wo das Pistill aus drei Carpellen besteht, drei wandständige Placenten. Bei vielen Papaveraceen und Fumariaceen, sowie bei den Cruciferen giebt es zwei wandständige Placenten, weil hier zwei Fruchtblätter vorhanden sind. Auch hier hat jede Placenta die Samenknospen oft deutlich in zwei Reihen, indem jeder der beiden verwachsenen Blattränder eine Reihe Samenknospen bildet. Gewöhnlich ist bei dieser Form der parietalen Placenta das Ovarium einfächerig (Fig. 361, A); aber bei den Cruciferen entsteht zwischen den beiden gegenüberstehenden Placenten eine Wucherung in Form einer Scheidewand, welche jede Placenta halbirt, so daß die eine Reihe der Samenknospe derselben in das eine, die andere Reihe in das andere Fach zu liegen kommt (Fig. 361, B). Wenn Fruchtknoten mit Scheidewänden parietale Placenta haben, so finden wir die Samenknospen gewöhnlich nicht an den Rändern, sondern auf der Fläche der Carpelle; z. B. in dem mehrfächerigen Fruchtknoten von *Nuphar* sowohl auf der peripherischen Wand als auch auf den Scheidewänden, bei *Butomus* nur auf den Scheidewänden und bei *Papaver* ebenfalls nur auf den hier unvollständigen Scheidewänden (Fig. 353.). c. mittelpunktständig (p. centralis[1]), wenn in einem einfächerigen Fruchtknoten im Mittelpunkte, also nicht mit den Carpellen im Zusammenhange, entweder eine Samenknospe oder eine Anzahl solcher sich befinden. Ist das letztere der Fall, so setzt sich die Blütenaxe bis in die Fruchtknotenhöhle fort als eine aus dem Grunde derselben sich erhebende Mittelsäule (columella[2]), auf welcher die zahlreichen Samenknospen sitzen (Fig. 359, c), wie bei den Caryophyllaceen (Fig. 358.), wo sie ungefähr cylindrisch, und bei den Primulaceen, wo sie fast kugelig gerundet ist. Ist nur eine einzige Samenknospe vorhanden, so steht dieselbe im Grunde der Fruchtknotenhöhle, wie z. B. bei den Chenopodiaceen, Polygonaceen (Fig. 360.), Plumbagineen, Compositen ꝛc. und wird grundständige Samenknospe genannt. Da die Mittelsäule die verlängerte Blütenaxe darstellt, so sind die auf einer solchen stehenden Samenknospen unzweifelhaft Erzeugnisse der Axe. Aber auch die einzige grundständige Samenknospe geht aus dem Scheitel der an dieser Stelle endigenden Blütenaxe hervor. Sie könnte hier der umgewandelte Scheitel der Axe selbst sein, oder wohl auch eine seitlich an demselben hervorgetretene Sprossung. Ueber die morphologische Bedeutung der Samenknospe vergleiche unten §. 124.

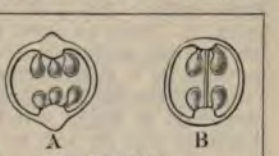


Fig. 361.

Wandständige Placenta am querdurchschnittenen Fruchtknoten.

A Von *Chelidonium*; die Samenknospen an den verwachsenen Rändern der beiden Carpellen des einfächerigen Fruchtknotens. B Von einer Crucifere; Samenknospen wie bei A, aber mit einer beide Placenten und die Fruchtknotenhöhle halbirenden Scheidewand.

2. Der **Griffel** oder **Staubweg** (stylus), der meist fadenförmige oder säulenförmige, die Narben tragende Fortsatz des Fruchtknotens nach oben (Fig. 352, A, g; 358, g; 360, g). Derselbe ist von einem feinen, hohlen oder mit lockerem Zellgewebe ausgefüllten Kanale, dem Griffelkanale, durchzogen, welcher unmittelbar in die Höhle des Fruchtknotens führt. Seine Länge ist sehr verschieden, oft ist er äußerst kurz, und nicht selten fehlt er ganz, so daß dann auf dem Fruchtknoten eine sitzende Narbe (stigma sessile) sich befindet, wie beim Mohn (Fig. 353, A). Bei einem einblättrigen Pistill ist natürlich auch nur ein einziger Griffel vorhanden. Bei mehrblättrigen Pistillen kann entweder jedes Fruchtblatt in seinem Griffeltheile völlig frei sein, so daß die Verwachsung nur auf den Fruchtknoten sich erstreckt und auf der Spitze des letzteren soviel freie Griffel stehen als Carpelle und, bei mehrfächerigen Fruchtknoten, als Fächer vorhanden (Fig. 354; 355; 358; 360.). §. 122

1) In der Mitte (centrum) stehend. 2) Diminutiv von columna Säule.

Oder die Verwachsung erstreckt sich auch auf die Griffeltheile, so daß der mehrblätterige und beziehendlich mehrfächerige Fruchtknoten nur einen einzigen Griffel hat (Fig. 352; 356.). Die Verwachsung kann sich dann sogar auch auf die Narbe beziehen, doch zeigt die letztere dann häufig so viele Theile als Carpelle das Pistill bilden. Auch kommt es vor, daß die Griffeltheile der Carpelle nur ein Stück weit von unten auf verwachsen, oben frei sind, so daß der Griffel oben in so viele Theile gespalten ist, als Fruchtblätter vorhanden sind. Im Griffel kann sogar eine Verzweigung des Fruchtblattes eintreten, indem jeder einem Carpelle entsprechende Griffel sich in mehrere Theile theilt, deren jeder mit einer Narbe endigt. So z. B. bei *Euphorbia*, wo jeder der drei Griffel zweispaltig ist. Wenn an einem mehrblätterigen Pistill die Griffel frei oder gespalten sind, so stehen meistens die Griffel, beziehendlich deren freie Theile in der Mediane der Carpelle, d. h. der Griffel ist die Fortsetzung der Mittelnerven des Carpelles. Diese Beziehung ist besonders deutlich, wenn der Fruchtknoten mehrfächerig ist, indem dann die Griffel über der Mitte jedes Faches stehen (Fig. 355, B). Dasselbe Verhältniß zeigt sich auch bei den einblätterigen Pistillen, denn hier ist der Griffel immer die Verlängerung der Rückennaht. Die Griffel, beziehendlich die sitzenden Narben, können aber auch über die Grenzen der Fruchtblätter fallen und sind dann aus der Vereinigung je zweier Fruchtblatträndern entstanden. So finden wir in der Ordnung der Parietalen, z. B. bei den Tamariscineen, Droseraceen ꝛc., die drei Griffel oder Griffeltheile gerade über den drei wandständigen Placenten, welche den Fruchträndern entsprechen. Und bei *Papāver* liegen die strahlenförmigen Theile der sitzenden Narbe gerade über den Scheidewänden, gehören also wie diese den aneinanderstoßenden Rändern je zweier benachbarter Carpelle an. Gewöhnlich steht der Griffel auf dem Scheitel sowohl des ein- wie des mehrblätterigen Fruchtknotens. Wenn aber die Rückentheile der Carpelle im Fruchtknoten ein ungewöhnliches Wachsthum erleiden und sich stark nach oben und außen wölben, so kommt der Griffel an die innere Seite zu stehen und scheint dann bei einblätterigen Pistillen von der Bauchnaht zu entspringen, wie z. B. bei *Potentilla* und *Fragaria*, bei mehrblätterigen Pistillen zwischen den Lappen, Knöpfen oder Klausen der Fruchtknoten hervorzuragen (s. oben S. 282.), wie z. B. bei *Dictamnus*, *Ruta*, bei den Borragineen ꝛc.

§. 123. 3. Die **Narbe** (stigma, Fig. 352,A,n; 353,A; 360,n; 362 ꝛc.), der oberste Theil des Pistills, also gewöhnlich das obere Ende des Griffels, soweit derselbe mit den Narbenpapillen oder Narbenhaaren bekleidet ist, d. s. papillen- oder haarförmig verlängerte Epidermiszellen, die oft einen klebrigen Saft, die Narbenfeuchtigkeit, absondern. Durch diese Beschaffenheit wird die Narbe geschickt, den Pollen aufzufangen; sie ist daher ein zur Befruchtung nothwendiges Organ und fehlt niemals, auch wenn der Griffel fehlt. Ihrer Gestalt und Bildung nach ist sie fadenförmig, pfriemlich, kopfförmig, scheibenförmig, ganz, gelappt oder gespalten, und wenn sie sehr lange Narbenhaare besitzt, pinsel-

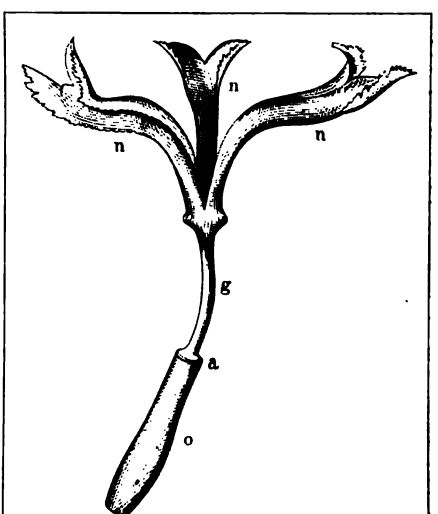


Fig. 362.

Pistill von *Iris pseudacorus* mit drei blumenblattförmigen Narben n; g Griffel, o unterständiger Fruchtknoten, a Insertionsstelle des abgeschnittenen Perigons.

Fig. 363.

Männliche Blüte (A) und weibliche Blüte (B) von *Populus tremula*. b Deckblatt, s Blütenstiel, p Perigon, o Fruchtknoten mit einer gelappten Narbe n.

Fig. 364.

Pistill einer Graminee; Fruchtknoten mit zwei Griffeln und federförmigen Narben.

Fig. 365.

Pistill einer Graminee, Fruchtknoten mit zwei Griffeln und pinselförmigen Narben.

Fig. 366.

Pistill von *Malva vulgāris*. o Fruchtknoten, g Griffel, n vielspaltige fadenförmige Narbe.

Fig. 367.

Pistill von *Lythrum salicaria*. o Fruchtknoten, g Griffel, n kopfförmige Narbe.

Fig. 368.

Pistill von *Syringa vulgāris*. o Fruchtknoten, g Griffel, n zweispaltige Narbe.

oder federförmig (Fig. 363—368.), bei *Iris* sogar blattförmig und blumenkronartig gefärbt (Fig. 362.). In den Blüten der Orchideen und von *Aristolochia* sind die Staubgefäße mit Griffel und Narbe verwachsen zu einem in der Mitte stehenden Körper, welcher Griffel- oder Befruchtungssäule (gynostemium) heißt (Fig. 347 u. 339, B; S. 275).

4. Die **Samenknospen** oder **Eichen** (ovula[1]) §. 119.) sind kleine knöspchenähnliche Körperchen, an welchen man unterscheidet (vergl. Fig. 369 u. 371.): §. 124.

Fig. 369.

Gegenläufige Samenknospe des Stiefmütterchens (*Viola tricolor*) durchschnitten und vergrößert.

1 Nabelstrang.
2 Knospengrund.
3 und 4 äußere und innere Eihülle.
5 Eikern.
6 Embryosack; über demselben bilden die Eihüllen den Keimmund.

Die Samenknospe ist hier anatrop, d. h. der Eikern sammt den Eihüllen hat sich zurückgekrümmt und ist an der einen Seite ganz an den Nabelstrang in der Länge von 2 bis 1 angewachsen.

1) Diminutiv von ovum Ei.

§. 124.

Fig. 370.
Entwickelung der **gegenläufigen Samenknospe** des Stiefmütterchens (*Viola tricolor*), A jüngerer, B späterer Zustand, die allmähliche Umkehrung des Eikerns und die Entwickelung der beiden Eihüllen zeigend. Ungefähr 100fach vergrößert.

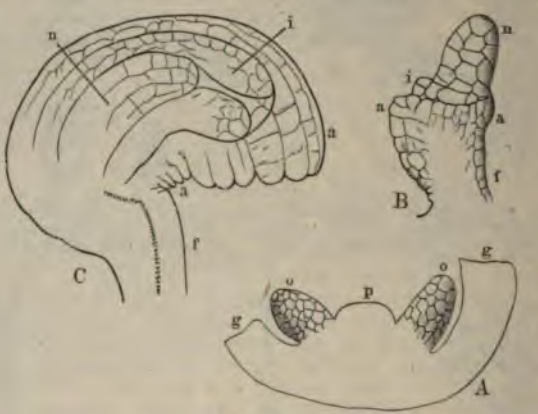


Fig. 371.
Entwickelung der **krummläufigen Samenknospe** von *Nasturtium palustre*. 200fach vergrößert.
A Stück der Fruchtknotenwand g mit dem Samenträger p, an welchem die ersten Entwickelungsstadien der Samenknospen o.
B weiteres Entwickelungsstadium.
C fertiger Zustand; f Nabelstrang, n Eikern, a äußere, i innere Eihülle.

1) den Nabelstrang oder Knospenträger (funicŭlus[1]), der untere stielartig verdünnte Theil, 2) den Eikern oder Knospenkern (nucleus), welcher den eigentlichen Körper der Samenknospe darstellt und umgeben wird von 3) der Eihülle (integumĕntum[2]), welche einfach oder doppelt ist, darnach in eine äußere und innere unterschieden wird und auf dem Scheitel des Eikernes eine Oeffnung frei läßt, welche 4) Micropyle, Keimmund oder Knospenmund (micropyle[3]) genannt wird; 5) den Knospengrund (chalāza[4]), die Stelle, wo der Nabelstrang in den Eikern übergeht. Der Eikern, sowie die Eihüllen bestehen von Anfang an aus kleinen Parenchymzellen; der Nabelstrang ist von einem dünnen Gefäßbündel durchzogen, welches aus der Placenta in ihn eintritt und an der Chalaza endigt (in Fig. 369 von 1 bis 2 angedeutet). Im Innern des Eikernes erreicht frühzeitig eine Zelle beträchtliche Größe; sie stellt den Embryosack (saccŭlus[5] embryonālis[6]) dar, in welchem nach der Befruchtung (§. 128.) die Ausbildung des Keimes vor sich geht.

In den Richtungsverhältnissen zeigen die Samenknospen Eigenthümlichkeiten, die für ganze Pflanzenfamilien charakteristisch sind, daher zu den wichtigsten Merkmalen des Gynäceums gehören und in der Systematik große Bedeutung haben. Die Samenknospen heißen hiernach: 1) gerade oder geradläufig, orthotrop (ovŭlum orthotrŏpum[7] oder atrŏpum[8]), wenn der Kern in der geraden Verlängerung des Nabelstranges sich befindet, und der Keimmund auf dem Scheitel des Eichens, der Placenta abgewendet liegt (Fig. 360, s); 2) umgekehrt oder

1) Diminutiv von funis Tau, Strang. 2) Decke, Hülle. 3) zusammengesetzt aus μικρός klein und πύλη Thor, Eingang. 4) χάλαζα der Hagel, dann das Gerstenkorn am Augenlide. 5) Diminutiv von saccus Sack. 6) zum Embryo (embryo) gehörig. 7) zusammengesetzt aus ὀρθός gerade und τρέπω wenden, richten. 8) α privativum und τρέπω wenden.

§. 124.

gegenläufig, anatrop (o. anatröpum[1]), wenn in der Gegend des Knospengrundes eine vollständige Umkrümmung des ganzen Knospenkernes eintritt, wobei dieser jedoch gerade bleibt und in seiner ganzen Länge mit dem Nabelstrange seitlich verwächst, welche Stelle die Naht (raphe[2]) genannt wird, so daß der Knospenmund neben der Basis des Nabelstranges unmittelbar über der Placenta, der Knospengrund ihm gegenüber im Scheitel des Eichens liegt, was der häufigste Fall ist (Fig. 369; 370.); 3) krummläufig, amphitrop oder campylotrop (o. amphitröpum[3] oder campylotröpum[4]), wenn der Nabelstrang und der Eikern nicht verwachsen, der letztere aber selbst sich krümmt, so daß er ungleichhälftig gestaltet ist und der Knospenmund gegen die Basis hingeneigt ist, also neben den Knospengrund zu liegen kommt (Fig. 371.). Durch orthotrope Samenknospen sind ausgezeichnet die Polygoneen und Piperaceen, durch amphitrope die Chenopodiaceen, Caryophylleen, Gramineen, Cruciferen; die anatrope Samenknospe aber ist die gewöhnliche Form bei den meisten anderen Familien.

Da alle Theile der Blüte nur metamorphosirte Blatt- oder Axenorgane sind, so entsteht auch bezüglich der Samenknospen die Frage nach ihrer morphologischen Natur. Die Beantwortung dieser Frage ist besonders schwierig, erstens weil wir hier ein Organ von stärkster Metamorphose vor uns haben, an welchem es schwer zu ermitteln ist, welche morphologische Bedeutung die einzelnen Theile, wie Eikern und Integumente, haben, und zweitens weil der Ort, an welchem die Samenknospen entstehen (Placenta), in den verschiedenen Blüten ein sehr verschiedener ist. Ueber die morphologische Deutung der Samenknospen besteht gegenwärtig unter den Botanikern keineswegs Uebereinstimmung. Die ältere Ansicht, welche wir bei A. Braun, Endlicher, Unger und Schacht vertreten finden, betrachtete das Eichen als eine Knospe, den Eikern als Axenorgan, die Integumente als die Blattorgane derselben. Cramer hat dagegen die schon früher von Brongniart gehegte Meinung zur Geltung gebracht, daß die Samenknospe entweder ein Theil (ein Blättchen oder Lappen oder Zahn) eines Blattes (des Fruchtblattes) ist, oder aber (bei centraler Placenta) einem ganzen, selbständigen, an der Blütenaxe stehenden Blatte entspricht. Von Celakovsky ist neuerdings die Ansicht vertheidigt worden, daß die Samenknospe in allen Fällen ein Theil des Carpelles, niemals ein selbständiges Blatt sei. Diese Ansicht nimmt, um diejenigen Samenknospen, die an einer centralen Placenta in großer Anzahl übereinander stehen und hier ohne Zusammenhang mit den Carpellen unmittelbar aus der Axe entspringen, zu erklären, ihre Zuflucht zu der Annahme, daß die zu den Eichen werdenden Theile der Carpelle frühzeitig durch Verrückung auf die Axe gelangen, was jedenfalls sehr unwahrscheinlich ist und in der Entwickelungsgeschichte keine Stütze findet. Es sind mehr theoretische Erwägungen, die zu dem Satze „kein Eichen ohne Carpell" geführt haben, nämlich die Meinung, daß es bei allen Phanerogamen äquivalente Organe sein müssen, welche die Fortpflanzungszellen erzeugen, und daß daher ebenso wie der Pollen allgemein von bestimmten Blättern (den Staubgefäßen) erzeugt wird, auch die Samenknospen überall als Erzeugnisse eines und desselben Blattorganes (Carpelles) betrachtet werden müssen. Aber, abgesehen davon, daß die Nothwendigkeit einer solchen theoretisch geforderten Aequivalenz der die Fortpflanzungszellen erzeugenden Organe nicht bewiesen ist, muß man die Ergebnisse der directen Beobachtung, welche uns die Entwickelungsgeschichte liefert, dann, wenn sie mit einer Theorie im Widerspruch stehen, immer höher stellen als die letztere. So wird denn auch die letzterwähnte Auffassung nicht allgemein getheilt, und manche Botaniker, wie besonders Sachs, halten die einzeln terminal stehende grundständige Samenknospe für die umgewandelte Axe, in den übrigen Fällen aber mit Cramer die Samenknospen für Theile der Carpelle, beziehendlich für selbständige Ovularblätter. Bei der Placenta ist bereits erwähnt worden, daß allerdings bei vielen Pflanzen die Samenknospen an den Rändern oder auch auf der Innenfläche der Carpelle entstehen. Alle diese kann man als carpellbürtige Samenknospen bezeichnen

1) Zusammengesetzt aus ἀνά entgegen, umgekehrt und τρέπω wenden. 2) ῥαφή Naht. 3) zusammengesetzt aus ἀμφί herum und τρέπω wenden. 4) zusammengesetzt aus καμπύλος gebogen und τρέπω wenden.

§. 124. und muß sie als Theile der Fruchtblätter, als Wucherungen auf denselben betrachten, welche sich, wenn sie an den Fruchtblatträndern entstehen, am ersten mit den Zähnen eines Blattrandes oder mit den Blättchen eines zusammengesetzten Blattes vergleichen ließen. Durch Blütenmißbildungen wird dies noch mehr verdeutlicht; so ist z. B. in manchen mißgebildeten Blüten von Papilionaceen, Umbelliferen und von *Delphinium* beobachtet worden, daß wenn das Fruchtblatt sich nicht zum Fruchtknoten schließt, die Samenknospen die Form von Blättchen eines zusammengesetzten Blattes annehmen. Wo eine centrale Placenta vorhanden ist, zeigt dagegen die Entwickelungsgeschichte, daß die Samenknospen mit den Fruchtblättern in keinem Zusammenhange stehen, sondern unmittelbar an der Blütenaxe erscheinen. Sie sind also Erzeugnisse der Blütenaxe und daher als axenbürtige zu bezeichnen. Hier liegt es am nächsten, jede Samenknospe als ganzes metamorphosirtes Blatt zu deuten, besonders da, wo eine mit zahlreichen Samenknospen besetzte Mittelsäule vorhanden ist. Auch in diesem Falle haben Mißbildungen wirklich gezeigt, daß an Stelle der Samenknospen allmähliche Umwandlungszustände in kleine ganze Blätter von der gewöhnlichen Form auftraten; z. B. bei Primulaceen. Schwieriger ist die Deutung da, wo nur eine einzige grundständige Samenknospe vorkommt. Hier könnte sie auch als ein ganzes Blatt, als das letzte, welches die Blütenaxe erzeugt, gedeutet werden. So hat man auch bei Compositen, wo die grundständige Samenknospe etwas seitlich am Axenscheitel steht, in mißgebildeten Blüten dieselbe in ein Blatt verwandelt gefunden. Bei anderen Pflanzen mit grundständiger Samenknospe sind freilich solche Umwandlungen nicht bekannt. So bei Polygoneen, Chenopodiaceen, Plumbagineen ꝛc.; hier steht die Samenknospe wirklich terminal auf der Blütenaxe; bei der ersten Entstehung des Gynäceums erscheinen die Fruchtblätter nahe unterhalb des Axenscheitels, und letzterer ist dann sogleich die Anlage der Samenknospe. Hier wäre also die Annahme gerechtfertigt, daß die Samenknospe der umgewandelte Axenscheitel ist. Doch ließe sich dieselbe immer auch als eine auf dem Scheitel der nicht weiter sich entwickelnden Axe entstandene besondere terminale Sprossung, also z. B. als Blattorgan auffassen, ebenso wie in den nur aus einem terminalen Staubgefäße (S. 268) bestehenden Blüten das letztere nicht nothwendig umgewandeltes Axenorgan sein muß.

Um die einzelnen Theile der Samenknospe nach ihrer morphologischen Bedeutung zu bestimmen, kann man theils die Umwandlungen, welche die Samenknospen bei Mißbildungen erleiden, theils die Entwickelung des normalen Eichens herbeiziehen. Bei den sogenannten Vergrünungen der Blüten findet man oft alle Uebergänge zwischen normalen und völlig in blattartige Bildungen umgewandelten Samenknospen. Dabei zeigt sich, daß das Integument, sowie der Funiculus blattartig werden, der Eikern aber als eine seitliche Emergenz (§. 99.) auf der Fläche des Ovularblattes übrig bleibt. Bisweilen wachsen freilich bei solchen Mißbildungen die umgewandelten Samenknospen in einen kleinen Sproß aus, und man hat darin einen Beweis für die Knospennatur der Samenknospe finden wollen; allein es hat sich gezeigt, daß dann oft noch der Eikern zugleich mit dem Adventivsproß und getrennt von ihm vorhanden ist, der Adventivsproß somit nicht Umwandlung des Eikernes, sondern eine selbständige pathologische Neubildung ist. Hiernach würde sich die Samenknospe darstellen hinsichtlich des Funiculus und des Integumentes als ein stark zusammengezogenes Blatt, beziehendlich Blatttheil, und der Eikern als eine auf der Fläche des Blattes in Form einer Emergenz entstandene Neubildung. Die Entwickelungsgeschichte der normalen Samenknospe, die besonders von Warming genau verfolgt worden ist, würde hiermit übereinstimmen. Derselbe fand, daß der erste Anfang der Bildung einer Samenknospe darin besteht, daß unter den zwei äußersten Zellschichten (Dermatogen, §. 51., und subepidermale Schicht) durch Theilung mittelst tangentialer Scheidewände eine Gruppe von Zellen entsteht, durch welche jene beiden Schichten emporgehoben werden in Form des kleinen Höckers, der den Anfang einer Samenknospe bedeutet. An diesem Ovularhöcker soll sich der Eikern durch Zelltheilungen in der subepidermalen Schicht und Emportreibung des Dermatogens bilden, also als eine Art Neubildung und zwar als eine Emergenz. Aus der von den beiden Zellschichten umschlossenen Zellmasse des primären Ovularhöckers geht durch vorwiegend horizontal zur Axe des Eichens gerichtete Theilungen die Chalaza und der Funiculus hervor, während die Integumente aus

dem Dermatogen, bei manchen Pflanzen zugleich auch aus der subepidermalen Schicht sich entwickeln. Warming findet zwischen der Anthere und der Samenknospe eine Uebereinstimmung hinsichtlich der Zelltheilungen, welche bei beiden zur Erzeugung der Fortpflanzungszellen (Urmutterzellen des Pollens und Embryosack) führen. In dem Höcker, den das junge Staubgefäß darstellt, ist es die subepidermale Schicht, aus welcher die Fortpflanzungszellen stammen. In dieser Schicht tritt zuerst eine Theilung durch eine tangentiale Scheidewand ein; aus den nach außen liegenden der so gebildeten Zellen geht die Antherenwand hervor, von den nach innen gelegenen vergrößert sich eine bedeutend und wird zur Urmutterzelle des Pollens. Ebenso geschieht bei der Entwickelung des Eikernes eine Theilung in der subepidermalen Schicht durch eine tangentiale Scheidewand; die nach außen gelegenen Tochterzellen liefern sammt dem Dermatogen die äußeren Theile des Eikernes; von den nach innen gelegenen wird eine durch bedeutende Vergrößerung zum Embryosack.

VII. **Nectarien, Honiggefäße, Honigdrüsen** (nectaria[1]). Unter §. 125. diesem Namen versteht man alle diejenigen Blütentheile, welche zuckerartige Säfte absondern, die zur Anlockung von Insekten behufs der Pollenübertragung (☞ §. 127.) bestimmt sind. Dieses sind keine selbständigen Organe der Blüten, sondern Theile der schon im Vorhergehenden betrachteten Organe, welche zur Honigsecretion eingerichtet sind. Von solchen lassen sich folgende Arten unterscheiden: 1) drüsenartige Bildungen am Blütenboden, meist zwischen der Blütenhülle und dem Pistill, entweder in Form einer oft seitlichen Drüse (Fig. 373.) oder mehrerer im Kreise stehender Drüsen (Fig. 285, B; 356, A) oder eines ringsumgehenden

Fig. 372.

Blüten von *Acer platanoïdes*.

A Eine männliche Blüte von oben gesehen, um die große, den Grund der Blüte einnehmende honigabsondernde **unterweibige Scheibe** d zu zeigen; p Blumen-, s Kelchblätter. B Eine der Länge nach durchschnittene weibliche Blüte zeigt die Stellung der unterweibigen Scheibe d in Bezug zum Fruchtknoten o.

Fig. 373.

Blüte von *Melampyrum prolense*, der Länge nach durchschnitten. o Oberlippe, u Unterlippe der Blumenkrone. a Antheren. q Fruchtknoten. g Griffel. d die große **unterweibige Honigdrüse** an der Vorderseite der Blütenaxe.

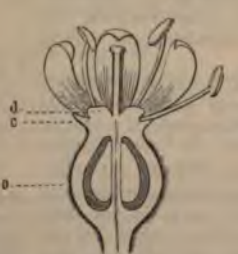


Fig. 374.

Blüte des rothen Hartriegel (*Cornus sanguinea*), der Länge nach durchschnitten; o unterständiger Fruchtknoten, oben in den einfachen Griffel sich fortsetzend; c Kelch; darüber die Blumenblätter und Staubgefäße; d die honigabsondernde **oberweibige Scheibe.**

1) Von nectar Nectar, Göttertrank, alles Süße, daher Honig.

Ringes oder einer Scheibe (discus), welche je nachdem sie unter einem oberständigen oder über einem unterständigen Fruchtknoten sich befindet, unterweibig (discus hypogynus[1], Fig. 372.) oder oberweibig (d. epigynus[2], Fig. 374.) heißt. Diese Bildungen zeichnen sich gewöhnlich durch klebrige, glänzende Oberfläche aus und sind farblos oder häufiger mehr oder minder gelb gefärbt. 2) Theile der Blumenkrone oder des Perigons. Hier treten entweder an der freien Oberfläche des Blattes Stellen mit Nectarsecretion auf, z. B. das sogenannte Honiggrübchen über der Basis der Perigonblätter der Kaiserkrone und anderer Liliaceen. Häufiger sind es besonders geformte Stellen der genannten Blätter; hierher gehören alle diejenigen Bildungen, von denen oben bei den abweichenden Formen der Blumenblätter, besonders der Ranunculaceen (☞ S. 266), die Rede war, wo endlich das ganze Blumenblatt ein Nectarium wird, indem es gänzlich in ein honigabsonderndes Organ umgewandelt ist. Auch der oben (§. 113; 114.) schon erwähnte Sporn an Perigonblättern oder Blumenkronen ist ein Nectarium, weil gewöhnlich in seinem Innern Honigsecretion stattfindet.

V. Entwickelungsgeschichte der Blüte.

§. 126. In ihrem jüngsten Entwickelungsstadium haben alle Blüten, so verschieden sie auch im ausgebildeten Zustande erscheinen mögen, eine große Aehnlichkeit. Denn die verschiedenen Gestalten und Ausbildungen, welche die einzelnen Blattorgane einer und derselben Blüte später zeigen und die bei den verschiedenen Pflanzen die größten Mannichfaltigkeiten haben, sind im ersten Entwickelungsstadium noch nicht wahrzunehmen. Eine junge Blütenanlage erscheint immer als abgerundeter Scheitel einer Axe (Blütenaxe), in dessen Umfang eine Anzahl ziemlich gleicher seitlicher Höcker als erste Anlagen der Blütenblätter auftritt. Sowohl das Kelchblatt wie das Blumenblatt, das Staubblatt wie das Carpell sind bei ihrem ersten Sichtbarwerden nichts als ein kleiner etwa halbrunder Höcker, der gleich wie der Axenscheitel, an welchem er sich bildet, aus Meristem (§. 51.) besteht. Aber in der Zahl und Anordnung dieser Blatthöcker zeigt sich der jeder Pflanze eigene Grundplan der Blüte, den wir in dem Blütendiagramm (§. 110.) ausdrücken. Ferner läßt sich nur in dieser ersten Entwickelungsperiode die wahre Gestalt der Blütenaxe ermitteln, durch welche diejenigen Verhältnisse zustande kommen, die wir als hypogyn, perigyn und epigyn bezeichnen. Ebenso ist nur in dieser Periode die Reihenfolge, in welcher die verschiedenen Blütenblätter nach einander erscheinen, zu erkennen. Daher sind die ersten Entwickelungsstadien, welche eine Blüte durchläuft, für die Morphologie der Blüte unentbehrlich. Es mögen daher hier zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse einige Beispiele von Blütenentwickelungen Platz finden.

Einen ziemlich einfachen Bau zeigt z. B. die Blüte von *Chenopodium album*, weil sie nur drei einfache Kreise von Blättern hat, nämlich einen Kreis von Perigonblättern, einen solchen von Staubgefäßen und einen von Carpellen. Fig. 375. zeigt uns an verschiedenen Entwickelungsstadien die allgemeine Regel, daß diese Kreise von außen nach innen auf einander folgend entstehen. Die

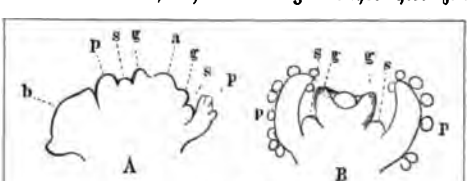


Fig. 375.

Entwickelung der Blüte von Chenopodium album.

A Zwei durchschnittene Blütenanlagen eines Blütenknäuels. Links jüngster Zustand; die gewölbte Blütenaxe b zeigt nur erst die Anfänge der Perigonblätter an den Rändern. Rechts ein etwas späterer Zustand; p p die Perigonblätter, s s Anlagen der Staubgefäße, g g die der beiden Carpelle, a die der Samenknospe. B Durchschnitt durch eine weiter entwickelte Blüte, Bezeichnung wie in A. Die Perigonblätter sind bereits mit kopfförmigen Haaren bekleidet. Vergrößert.

1) Zusammengesetzt aus ὑπό unter und γυνή Weib. 2) zusammengesetzt aus ἐπί auf und γυνή Weib.

Perigonblätter sind immer diejenigen, welche zuerst an der etwas niedergedrückt halbkugeligen Blütenaxe erscheinen (A, b); dann folgen ziemlich rasch, ebenfalls in Form kleiner Höcker, die Anlagen der Staubgefäße und der Carpelle (A, s u. g). Die Perigonblätter nehmen dann rasch an Größe zu, um die schützende äußere Bedeckung der inneren Blütentheile zu bilden, welche sich darunter nun weiter entwickeln (B). Wir erkennen, daß das Pistill aus zwei gegenüberstehenden Carpellen sich bildet; die höchsten Punkte dieser beiden Wülste sind die Medianen; aber wir sehen, daß sie bereits mit ihren Rändern aneinanderschließen und indem sie auf diese Weise die Blütenaxe ringsum einfassen, in diesem unteren gemeinsamen Theile weiteres Wachsthum erleiden, so daß derselbe scheidenförmig sich erhebt, um sich immer weiter über die Kuppel der Axe zu erhöhen und so den Ovariumraum um dieselbe abzuschließen. Zwischen dem Pistill und den Perigonblättern entdecken wir außer den Staubgefäßen selbst auf diesem ersten Stadium keinerlei Blattanlagen, so daß die Entwickelungsgeschichte keinen Anhalt für die Annahme gewährt, daß hier die fehlenden Blumenblätter (wenn man das Perigon als Kelch auffaßt) zeitig fehlschlagen. Die Anlagen derselben sind hier nicht einmal im ersten Entwickelungsstadium mehr angedeutet, obgleich die superponirte Stellung der Staubgefäße über den Perigonblättern fordert, daß zwischen beiden ein Kreis von Blättern fehlt, der bei den Pflanzen, von denen die Chenopodiaceen abstammen, vorhanden gewesen sein muß, wie ihn in der That die Caryophyllaceen zeigen, welche im übrigen die nächsten Verwandten der Chenopodiaceen sind. §. 126.

Die Blüte von *Lysimachia vulgaris* (Fig. 376.) zeigt uns in ihrer Entwickelungsgeschichte daß auch da, wo vier Blütenkreise, Kelch, Blumenkrone, Andröceum und Gynäceum vorhanden sind, diese in der Ordnung, wie sie von außen nach innen aufeinanderfolgen, also in acropetaler Succession erscheinen. Die fünf Kelchblattwülste haben schon eine ansehnliche Größe erreicht, ehe an der von ihnen umgebenen flach gewölbten Blütenaxe die weiteren Blattbildungen sichtbar werden (Fig. 376, A). Die erste weitere Veränderung ist die Vorbereitung zur Bildung

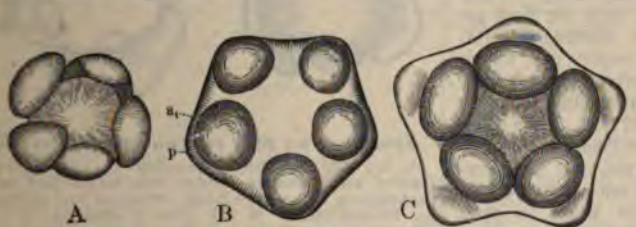


Fig. 376.

Entwickelung der Blüte von Lysimachia vulgaris.

A Nur die fünf Kelchblätter vorhanden, welche die noch blattlose Kuppe der Blütenaxe umgeben. B Letztere in einem späteren Stadium, ohne die Kelchblätter gezeichnet; ihre fünf Ecken p sind die Anlagen der Blumenblätter; über diesen stehen die Höcker der Staubgefäße a_1 u. s. w. C Wiederum älterer Zustand von B; die Blumenblattanlagen, sowie die Staubgefäßhöcker sind größer geworden. In der Mitte die Kuppe der Blütenaxe noch ohne Anlage von Carpellen. 120fach vergrößert.

der Blumenblätter; und diese zeigt sich darin, daß die bis dahin kreisrunde Axenkuppel fünf stumpfe Ecken bekommt, welche mit den Kelchblättern alterniren (Fig. 376, B). In diesen neu aufgetretenen Wachsthumsrichtungen müssen wir die erste Anlage der Blumenblätter erkennen. Wer das übersieht, der könnte in den Irrthum verfallen, daß die Blumenblätter erst nach der Anlage der Staubgefäße entstehen, und man hat in dieser Meinung bei den Primulaceen die Blumenblätter sogar für keine selbständigen Blätter, sondern für Rückenanhängsel der Staubgefäße erklären zu müssen geglaubt. Es ist aber eine sehr verbreitete Erscheinung, daß die Blumenblätter nach ihrer ersten Anlage im Wachsthume fast stillstehen, zunächst die Staubgefäße einen Vorsprung gewinnen lassen und selbst erst ziemlich spät zu ansehnlicherer Größe gelangen. So erscheinen auch bei *Lysimachia* über den fast stationär

§. 126. bleibenden fünf Ecken des Blütenbodens die Staubgefäße als halbkugelige Höcker (Fig. 376, B), und erst nachdem letztere schon bedeutend größer geworden sind, schieben sich unter ihnen die fünf Ecken des Blütenbodens weiter hervor, jetzt deutlich als die Zipfel der fünftheiligen Blumenkrone erscheinend (Fig. 376, C). Es besteht auch hier das Verhältniß, daß die Staubgefäße den Blumenblättern superponirt sind. Der zuletzt betrachtete Entwickelungszustand läßt in der Mitte der Blüte, innerhalb des Kreises der Staubgefäße nur erst die halbkugelige Kuppel des Arenscheitels erkennen, ohne eine Spur von Anlagen der Carpelle, zum Beweise, daß diese die zuletzt erscheinenden Blätter sind. Zugleich belehrt uns diese Entwickelungsgeschichte über die Art, wie verwachsenblättrige Blütenkreise zustande kommen. Die Blumenkrone, welche bei *Lysimachia* gamopetal ist, entsteht nämlich in Gestalt von fünf getrennten Blattanlagen (Primordien), die wir soeben in den fünf Ecken des Blütenbodens erkannten. Während nun diese fünf Theile an Größe zunehmen, erhebt sich gleichzeitig mit ihnen auch in den Zwischenräumen derselben eine niedrige Wulst aus der Blütenaxe, wodurch die Zwischenräume überbrückt und die fünf Primordien in Zusammenhang gebracht werden. So stellt nun die geschlossene ringförmige Wulst, die an fünf Punkten höher ist, die Anlage der gamopetalen Blumenkrone mit ihren fünf Zipfeln dar.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt die Blütenentwickelung auch bei denjenigen Pflanzen mit gamopetalen Blumenkronen, wo der Staubgefäßkreis nach gewöhnlicher Regel mit dem Blumenblattkreise alternirt, z. B. bei *Convolvulus* (Fig. 377.). Die einzelnen Kelchblätter erscheinen hier deutlich in der Succession, wie sie durch die spiralige Anordnung nach der $^2/_5$-Stellung (§. 19.) vorgeschrieben ist. Wenn sie schon ansehnliche Größe erreicht haben, wird die flach gewölbte Blütenaxe fünfeckig, worin wir wieder die Vorbereitung zur Blumenblattbildung erkennen (Fig. 377, A). Dann treten die fünf Höcker der Staubgefäße auf, aber hier alternirend mit den fünf Ecken; auch sie zeigen in ihrer ungleichen Größe die successive Entstehung nach der $^2/_5$-Stellung (Fig. 377, B). Von Carpellen ist um diese Zeit noch nichts zu sehen. Die weitere Entwickelung der Blumenkrone erfolgt hier ganz in der bei *Lysimachia* beschriebenen Art.

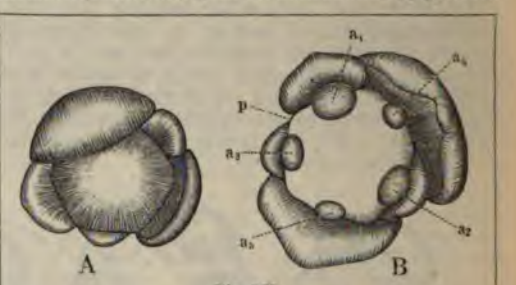


Fig. 377.

Entwickelung der Blüte von Convolvulus arvensis.

A Die fünf Kelchblätter umgeben den noch blattlosen Scheitel der Blütenaxe, welcher aber bereits fünf mit den Kelchblättern alternirende Höcker bekommen hat, als Anlagen der Blumenblätter. B Ein späteres Stadium. Die fünf Ecken p haben an Größe noch wenig zugenommen; inzwischen sind die Anlagen der Staubgefäße alternirend mit jenen, und zwar in der Succession nach der $^2/_5$-Stellung a_1 bis a_5 erschienen. 95fach vergrößert.

Die Blüte von *Papaver* (Fig. 378.) zeigt ebenfalls, daß die beiden Kelchblätter schon ansehnliche Größe erreicht haben und bereits die ganze Blüte einhüllen, wenn an der letzteren die nächstfolgenden Blütenblätter gebildet werden (Fig. 378, A). Wir sehen hier unmittelbar über den Kelchblättern als kleine Höckerchen die Anlagen der Blumenblätter hervorgetreten, und darüber einen stärkeren Wulst, in welchem die Vorbereitung zur Staubgefäßbildung zu erkennen ist. In weiter vorgerücktem Zustande (Fig. 378, B) sehen wir die Blumenblätter noch immer als kleine Höckerchen, während die in mehren Reihen übereinanderstehenden Staubgefäße als zahlreiche Höcker aufgetreten sind, von denen die untersten ein wenig später als die obersten erscheinen; auch die Anlage des Pistilles ist bereits sichtbar. An letzterer ist der Umstand von Interesse, daß die zahlreichen in einem Kreise stehenden Carpelle, welche bei *Papaver* das Pistill bilden, nicht in getrennten Primordien, sondern als ein continuirlicher gleichhoher Ringwall, also schon vom ersten Augenblicke ihres

Fig. 378. **Entwickelung der Blüte von Papáver somniférum.**

A und B Längsdurchschnitte durch sehr junge Blüten, A jüngerer, B älterer Zustand. c die Kelchblätter, welche bereits die ganze Blüte bedecken, wenn die nächsten Blattbildungen an ihr auftreten. p Blumenblattanlagen. s Anlage der Staubgefäße. g der ringförmige Wulst, in welchem die Carpelle gemeinsam erscheinen. C Der Blütenscheitel eines noch späteren Zustandes als B, von oben gesehen, zeigt, wie aus dem Ringwulst der Carpelle nach der Mitte hin die Anfänge der Scheidewände des Fruchtknotens als der Länge nach gerichtete Leisten sich vorschieben. 60fach vergrößert.

Erscheinens mit einander im Zusammenhange auftreten. Diese congenitale Entstehung des Blattkreises setzt sich hier auch bei der Bildung der Scheidewände des Fruchtknotens fort. Dieselben sind die verwachsenen nach einwärts geschlagenen Ränder der Carpelle; sie entstehen in der That als einfache niedrige Lamellen oder Wülste, welche sich gegen die Mitte des Axenscheitels hin vorschieben (Fig. 378, C). §. 126.

Bei *Ligústrum* folgen ebenfalls in der gewöhnlichen acropetalen Succession Kelch, Blumenkrone, Staubblätter und Carpelle aufeinander (Fig. 379, A—D).

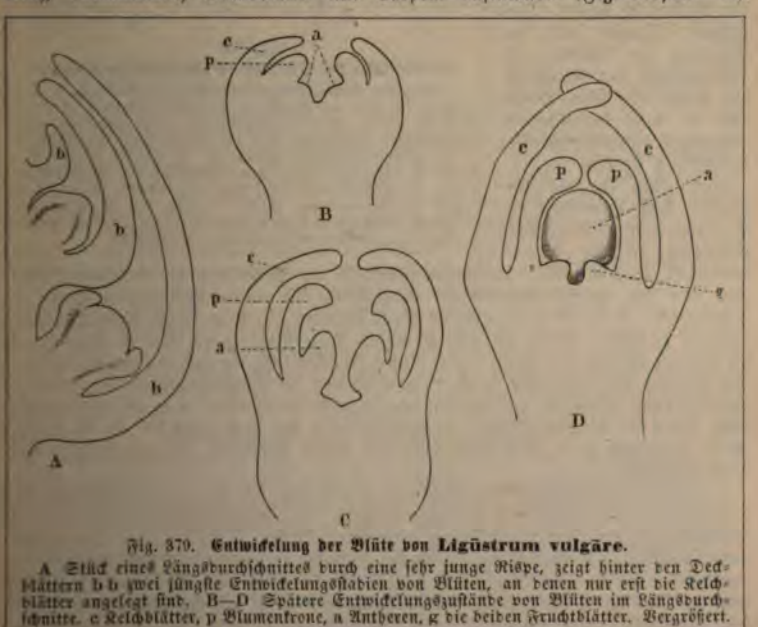


Fig. 379. **Entwickelung der Blüte von Ligústrum vulgáre.**

A Stück eines Längsdurchschnittes durch eine sehr junge Rispe, zeigt hinter den Deckblättern b b zwei jüngste Entwickelungsstadien von Blüten, an denen nur erst die Kelchblätter angelegt sind. B—D Spätere Entwickelungszustände von Blüten im Längsdurchschnitte. c Kelchblätter, p Blumenkrone, a Antheren, g die beiden Fruchtblätter. Vergrößert.

§. 126. Diese Blüte zeigt, wie die Verwachsung zwischen zwei Blattkreisen zustande kommt, denn hier sind die Staubgefäße mit der Blumenkrone in der Weise verwachsen, daß die Antheren auf der Innenseite der Blumenkronröhre sitzen. Bei der Anlage bemerken wir, daß Kelch-, Blumen- und Staubblätter in ziemlich gleichem Niveau auf dem Scheitel des Blütenbodens entstehen. Dann wächst die Basis der Blumenkronanlage und die Basis der Höcker, aus welchen die Staubgefäße hervorgehen, im gegenseitigen Verbande weiter in die Länge (Fig. 379, C). So gehört also dasjenige Stück der Blumenkronröhre der erwachsenen Blüte, welches unterhalb der Insertion der Antheren sich befindet, der Blumenkrone und den Staubgefäßen gemeinsam an, und man kann daher von einer Verwachsung beider Blattorgane reden, wiewohl congenitale Entstehung des beiden gemeinsamen Theiles eine zutreffendere Bezeichnung wäre.

In der Entwickelung der Blüte von *Potentilla* (Fig. 380.) macht sich der sogenannte Außenkelch (§. 113.) an der Außenseite der eigentlichen Kelchblätter als eine zu den letzteren gehörige Bildung und somit als kein selbständiger Blütenblattkreis geltend durch den Umstand, daß er, obwohl der äußerste Theil der Blüte, dennoch später entsteht als die Kelchblätter. In Fig. 380, A erkennen wir am Rande des flach schüsselförmig gewordenen Blütenbodens die fünf Kelchblätter als die ersten Blattbildungen. Sie sind nach der abnehmenden Größe zu schließen in der Reihenfolge nach der $^2/_5$-Stellung erschienen. Dann erst werden dazwischen und ein wenig unterhalb derselben die fünf Höcker sichtbar (Fig. 380, B), welche den Außenkelch liefern. Dies stimmt überein mit der Deutung des letzteren als Nebenblätter der Kelchblätter, wobei also jeder Höcker aus je zwei benachbarten congenital entstandenen Nebenblättern besteht.

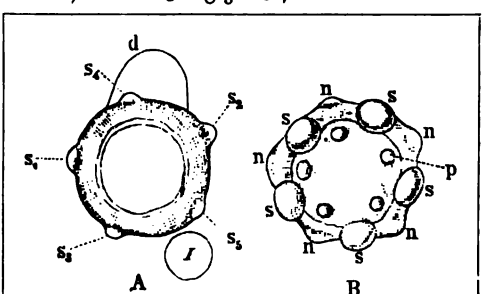


Fig. 380.

Entwickelung der Blüte von Potentilla reptans.

A Jüngstes Entwickelungsstadium einer Blüte, von oben gesehen. I Lage der Hauptaxe des Blütenstandes, d Deckblatt der Blüte. Auf dem Rande der etwas scheibenförmig verbreiterten Blütenaxe sind die Anlagen der Kelchblätter s_1 bis s_5 soeben sichtbar geworden. B Etwas älterer Zustand. s die größer gewordenen Anlagen der Kelchblätter. n die alternirend mit denselben und etwas weiter nach außen hervorgetretenen Höcker, welche die Anlagen der paarweis verwachsen auftretenden Nebenblätter der Kelchblätter (den Außenkelch) darstellen. Vergrößert.

Unter den zygomorphen Blüten sind diejenigen der Papilionaceen in ihrer Entwickelung deßhalb bemerkenswerth, weil bei ihnen die Aufeinanderfolge der Entstehung der einzelnen Blätter eine von der gewöhnlichen Regel abweichende ist. Die Blütenentwickelung ist nämlich hier an der median vorderen Seite gefördert, d. h. in jedem Blütenblattkreis erscheint dasjenige Blatt, welches an dieser Seite steht, zuerst und es folgen dann die übrigen Glieder des Kreises nach hinten fortschreitend, so daß das an der Hinterseite stehende Blatt das späteste ist. Dabei schreitet die Blattbildung an der vorderen Seite so rasch aufwärts, daß daselbst von höheren Blattkreisen schon Glieder angelegt sind, wenn in tieferen Kreisen die Blattbildung sich noch nicht bis an die hintere Seite fortgesetzt hat. Aus Fig. 381. und deren Erklärung ist das Nähere hierüber ersichtlich.

Die Blütenentwickelung von *Bellis perennis* (Fig. 382.) mag die Bildung des unterständigen Fruchtknotens veranschaulichen. Im ersten Stadium sehen wir die Blütenanlage als einen gleichförmig gerundeten Höcker (Fig. 382, A). Dann verändert letzterer seine Gestalt, indem er am Scheitel vertieft und endlich becherförmig wird. In dieser Zeit muß der ganze Körper noch als Axenorgan betrachtet werden. Die erste Markirung von Blattanlagen zeigt sich etwas später in Form sehr schwacher Höcker auf der inneren Böschung des Bechers (Fig. 382, B); es sind

§. 126.

Fig. 381.

Entwickelung der Blüte von Vicia cracca.

Ansicht der jungen Blüten von der hinteren (der Inflorescenzaxe zugekehrten) Seite. A Jüngstes Stadium zeigt das Vorauseilen der an der median vorderen Seite stehenden Bildungen vor den übrigen, indem alle dieser Seite angehörigen Blätter bereits angelegt sind, nämlich das vordere Kelchblatt s_1, schon am weitesten entwickelt, das vordere Staubgefäß des äußeren Kreises a, und das einzige Carpell c. Von den übrigen Blättern sind nur erst die beiden seitlichen Kelchblätter s_2 schwach angedeutet. B Aelteres Stadium, welches das nach hinten Fortschreiten in der Anlage der Glieder der einzelnen Kreise erkennen läßt. So sind vom Kelch das vordere s_1 und die seitlichen Blätter s_2 schon sehr groß, während die beiden hinteren s_3 eben erst sichtbar geworden sind. Die Blumenblätter p sind ebenfalls bis an die hintere Seite angelegt, wo soeben die Fahne als ein Höcker v aufgetreten ist (die beiden vorderen Blumenblätter sind durch das Carpell c verdeckt). Von den Staubgefäßen sind die des äußeren Kreises vollzählig vorhanden bei a. Dagegen ist das gerade an der Hinterseite über der Fahne v stehende Staubgefäß noch nicht zu sehen. Dieses ist erst in dem noch älteren Stadium C (der Kelch ist hier abgeschnitten) in av zu erkennen; desgleichen sind hier auch die anderen Staubgefäße des inneren Kreises, z. B. bei ai zwischen den äußeren a zu sehen. Unter diesen macht sich av als kleinster Höcker als die jüngste Bildung kenntlich. Das Carpell c zeigt sich in B und C deutlich als ein Blatt, dessen Ränder sich nach hinten zusammenschlagen, hier aber noch nicht sich berühren. 95fach vergrößert.

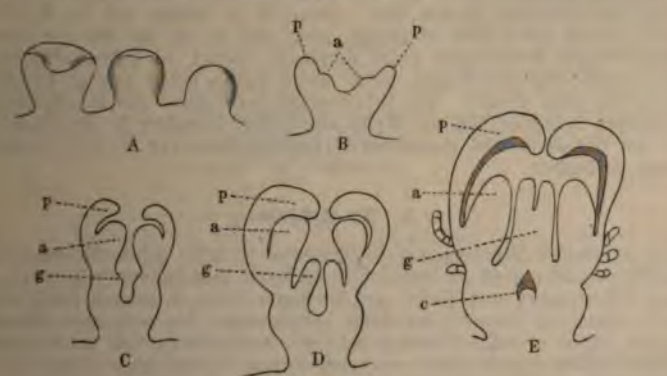


Fig. 382.

Entwickelung der Blüte von Bellis perennis.

A Jüngste Blütenstadien an einem Durchschnitte durch ein sehr junges Köpfchen; rechts der jüngste Zustand. Der abgerundete Höcker der Blütenaxe bekommt zuerst am Scheitel eine becherförmige Vertiefung. B Durchschnitt des Axenbechers einer ganz jungen Blüte; auf dem Rande differenziren sich die Blumenblätter p und die Staubgefäße a als Höcker. C—E Successiv ältere Zustände, zeigen die mit einander verwachsen auftretenden Blumenkrone p und Staubgefäße a, sowie die auf der inneren Böschung des Axenbechers erscheinenden beiden Carpelle g, welche dann zum Griffel verwachsen und unter sich den unterständigen Fruchtknoten abschließen, in welchem die Samenknospe c sichtbar wird. Vergrößert.

die ersten Anfänge der Staubgefäße. Der über ihnen befindliche Becherrand stellt nun den Anfang der Blumenkrone dar. In einem etwas späteren Entwickelungsstadium (Fig. 382, C u. D) haben sich beide Theile schärfer ausgeprägt: zugleich ist auf der inneren Böschung des Axenbechers eine neue schwache Höckerbildung aufgetreten, in welcher wir die ersten Spuren der beiden Carpelle erkennen. Dieselben sind in Fig. 382, E weiter entwickelt und im Begriffe sich zum Griffel zu vereinigen. Dadurch wird unter ihnen der Raum des Ovariums abgeschlossen. Die Seitenwand des letzteren ist also, da sie unterhalb der Insertion der Carpelle liegt, unzweifelhaft ein Theil der Blütenaxe. Im Grunde der Ovariumhöhle wird alsbald die Anlage der grundständigen Samenknospe sichtbar.

Literatur über Blüten. a) über Bau und Entwickelung der Blüten im allgemeinen: Payer, Traité d'Organogénie de la fleur. Paris 1857. — Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. II. Berlin 1859. — Hofmeister, Allgemeine Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868. — Eichler, Blütendiagramme. Leipzig 1875—78. — Außerdem über Blütenentwickelungsgeschichte zahlreiche Aufsätze in der Botanischen Zeitung, Flora, Pringsheim's Jahrbüchern, Annales des sc. naturelles. — b) über Pollen und Pollenbildung: Nägeli, Zur Entwickelungsgeschichte des Pollens. Zürich 1842. — Purkinje, De cellulis antherarum fibrosis. Breslau 1830. — H. v. Mohl, Vermischte Schriften. Tübingen 1845, pag. 28 und 62. — Hofmeister, Neue Beiträge zur Kenntniß der Embryobildung der Phanerogamen, in Abhandl. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. VII. — Fritsche, Ueber den Pollen, in Mém. des sav. étrang. T. III. 1836. — Reichenbach, De pollinis Orchidearum genesi. Leipzig 1852. — Schacht, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. II. — Rosanoff, Ueber den Pollen der Mimosen, in Pringsheim's Jahrb. VI. — Warming, Untersuch. über pollenbildende Phyllome und Caulome, in Hanstein's bot. Abhandl. II. 1873. — Celakovsky, Teratologische Beiträge zur morphol. Deutung des Staubgefäßes, in Pringsheim's Jahrb. XI. — c) über Samenknospen: R. Brown, Vermischte bot. Schriften, übersetzt von Nees v. Esenbeck. Nürnberg 1825—34. — Cramer, Bildungsabweichungen u. morphologische Bedeutung des Pflanzeneies. Zürich 1864. — Celakovsky, Morphologische Bedeutung der Samenknospen. Flora 1874. — Derselbe, Bot. Zeitg. 1875, Nr. 9, 1877, pag. 137 u. 305. — Derselbe, Ueber Placenten, in d. Abhandl. d. böhm. Ges. Prag 1875 u. 76. — Warming, Bemerkungen über das Eichen. Bot. Zeitg. 1874, Nr. 30.

VI. Die Befruchtung und Keimbildung.

§. 127. Die Samenknospen bilden sich nur dann zu Samen aus, wenn sie durch den Blütenstaub befruchtet worden sind. Hierzu ist es nöthig, daß der Blütenstaub auf die Narbe des Pistills übertragen wird, weil er nur von hier aus durch die Veränderungen, die er unter diesen Umständen erleidet, die Befruchtung bewirken kann. Daher erzeugen Blüten, welche keinen Pollen bilden und zu denen keiner gelangt ist, keine Samen. Die Uebertragung des Pollens von den Antheren auf die Narben bezeichnen wir als Bestäubung und betrachten sie zuerst um später von den Vorgängen des eigentlichen Befruchtungsactes (§. 128.) und dessen Folgen zu handeln.

A. Die Bestäubung.

Da die meisten Phanerogamen Zwitterblüten (§. 109.) haben, in denen Narben und Blütenstaub zugleich vorhanden sind, so könnte man meinen, daß es zur wirksamen Uebertragung von Pollen auf die Narbe keiner besonderen Hülfe bedürfe, sobald einmal die Antheren der Blüte aufgesprungen sind und ihren Blütenstaub abgeben, weil ja in solchen Blüten die Narben in unmittelbarer Nähe der Antheren sich befinden. Allein es giebt erstens eine große Anzahl eingeschlechtiger Blüten (§. 109.), wo der Pollen nicht in derselben Blüte die Narbe vorfindet, sondern um aus der männlichen in die weibliche Blüte zu gelangen einen größeren Weg zurücklegen muß, der bei den zweihäusigen Pflanzen (§. 109.) am größten ist. Und zweitens befruchtet auch bei den meisten Zwitterblüten das Geschlecht der einen Blüte das einer anderen. Erstens ist nämlich bei sehr vielen Zwitterblüten die Selbstbefruchtung deßhalb unmöglich, weil die beiderlei Sexualorgane der Blüte nicht gleichzeitig geschlechtsreif werden. Denn eine nothwendige Bedingung der Befruchtung ist, daß die Staubgefäße soweit entwickelt sind, wo die Antheren sich öffnen und den Pollen abgeben, und daß andererseits auch die Narbe in dem für die Empfängniß fähigen Zustande sich befindet, in welchem die Narbenpapillen und deren klebriger Ueberzug sich gebildet haben, und welcher meistens von beschränkter Dauer ist, worauf die Narbe

jene Beschaffenheit verliert. Diejenigen zwitterblütigen Pflanzen, bei denen die beiden Geschlechtsorgane einer und derselben Blüte diese Reife nicht gleichzeitig erlangen, nennt man Dichogamen[1], und hat bei ihnen zu unterscheiden zwischen protandrischen[2] (Fig. 383.), d. s. diejenigen, bei welchen die männlichen Organe §. 127.

Fig. 383. **Protandrische Blüten** von *Geranium pratense*.

a Im ersten Zustande, wo die Antheren sich öffnen, die Narben (bei b besonders dargestellt) noch nicht reif sind.
c Im späteren Zustande, wo die Antheren den Pollen schon abgegeben haben, die Narben aber erst reif geworden sind und sich ausgebreitet haben. Nach Hildebrand.

Fig. 384.
Protogynische Blüten von *Luzula pilosa*, vergrößert.

a Kurze Zeit vor dem Aufblühen, wo die Narben in vollkommener Entwickelung sind.
b Im aufgeblühten Zustande, wo die Staubgefäße sich öffnen, die Narben schon desorganisirt sind. Nach Hildebrand.

zeitiger als die weiblichen derselben Blüte geschlechtsreif werden, wo also immer eine jüngere Blüte eine ältere befruchten muß, und protogynischen[2] (Fig. 384.), bei welchen die Narben früher geschlechtsreif sind, als die Antheren derselben Blüte ihren Pollen entleeren, so daß die ältere Blüte die jüngere befruchten muß. Protandrische Dichogamen sind die Geraniaceen, Malvaceen, Umbelliferen, Synantheren, Campanulaceen ꝛc., protogynisch z. B. die Juncaceen, manche Gräser, *Arum*, *Aristolochia*, *Potamogeton*. Bei vielen anderen Pflanzen werden allerdings die Geschlechtsorgane in der Blüte gleichzeitig reif. Aber hier walten meistens wieder andere Umstände, welche die Selbstbefruchtung vereiteln, indem vielfach die Sexualorgane so gestellt sind, daß sie sich nicht berühren können, namentlich aber indem cigenthümliche, im Nachfolgenden zu beschreibende Einrichtungen bestehen, welche auch da, wo eine Selbstbestäubung nicht ausgeschlossen ist, die Befruchtung einer Blüte durch eine andere in hohem Grade begünstigen oder mit Sicherheit zustande bringen. Zudem haben auch Versuche bewiesen, daß bei vielen Pflanzen mit Zwitterblüten die Selbstbestäubung einer Blüte weniger und minder guten Samen

1) Zusammengesetzt aus δίχα getrennt und γάμος Ehe. 2) zusammengesetzt aus πρῶτος zuerst und ἀνήρ, ἀνδρός Mann. 3) zusammengesetzt aus πρῶτος zuerst und γυνή Weib.

§.127. erzeugt oder selbst ganz erfolglos ist, als wenn die Blüten wechselweise befruchtet werden. Verhältnißmäßig nur eine sehr geringe Anzahl von Phanerogamen giebt es, bei denen die Selbstbefruchtung der Blüte die einzig mögliche Art ist. In allen übrigen Fällen ist die Wechselbefruchtung oder Kreuzung zweier Blüten der gewöhnliche Vorgang. Dazu sind entweder zwei Blüten einer und derselben Pflanze oder nur die Blüten zweier Individuen derselben Pflanzenart tauglich. Diese Bestäubung kann künstlich vorgenommen werden, wenn man in geeigneter Weise, z. B. mittelst eines Haarpinsels den Pollen auf die Narbe überträgt, was als künstliche Befruchtung bezeichnet wird. In der Natur erfolgt sie durch verschiedene Mittel, welche durch bestimmte Einrichtungen in der Bildung der Blüten und Blütenstände bedingt sind. Es giebt nämlich überhaupt drei generell verschiedene natürliche Uebertrager des Pollens: das Wasser, die Luft und lebende Thiere. Und darnach können wir die Phanerogamen unterscheiden in 1) Wasserblütler (Hydrophĭlae[1]), 2) Windblütler (Anemophĭlae[2]) und 3) Thierblütler (Zoidiophĭlae[3]).

1) Wasserblütler. Es giebt nur wenige Wasserpflanzen, bei denen das Wasser das Medium ist, durch welches der Pollen auf die Narben übertragen wird, denn die meisten Wasserpflanzen strecken ihre Blüten an die Luft hervor und sind hier gleich den Landpflanzen theils Wind-, theils Thierblütler. Zu jenen gehören aber die ganz untergetaucht wachsenden Najadeen und Ceratophylleen, welche auch unter Wasser blühen. Außerdem würde als Wasserblütler auch *Vallisnĕria spirālis* (Fig. 385.) zu nennen sein, obwohl sie schon den Uebergang zu den ersterwähnten Wasserpflanzen bildet, weil ihre Blüten auf dem Wasserspiegel sich entfalten. An den weiblichen Individuen dieser auf dem Grunde der Gewässer festgewurzelten Pflanze rollen sich nämlich die in dichten Schraubenlinien gewundenen Blütenstiele der weiblichen Blüten solange auseinander, bis letztere über die Oberfläche des Wassers gelangt sind, wo sie aufblühen. Zur selbigen Zeit lösen sich von den männlichen Pflanzen die tief unter dem Wasser sitzenden männlichen Blüten los, steigen wegen ihres geringeren specifischen Gewichtes an die Oberfläche, wo sie nun ebenfalls sich öffnen und durch die Strömung des Wassers und den Wellenschlag nach den weiblichen Blüten getrieben werden und ihnen ihren Blütenstaub zuführen.

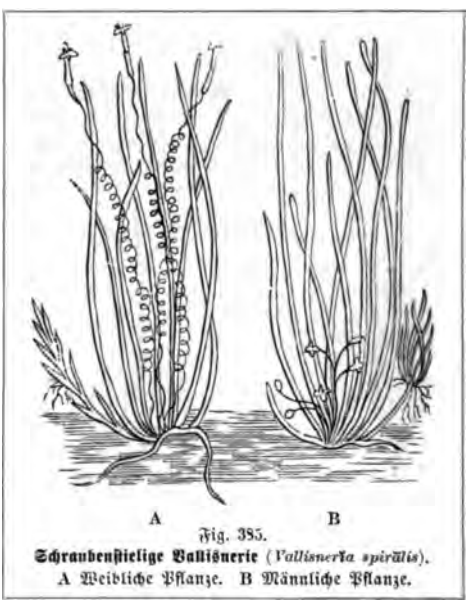


Fig. 385.
Schraubenstielige Vallisnerie (*Vallisnerĭa spirālis*).
A Weibliche Pflanze. B Männliche Pflanze.

2) Windblütler. Als solche können alle diejenigen Landpflanzen und über dem Wasser blühenden Wasserpflanzen gelten, bei denen die Blüten nicht durch auffallend bunt gefärbte Theile ausgezeichnet sind, da dieses ein Mittel zur Anlockung von Insecten ist, welches nur bei den Thierblütlern gefunden wird und

1) Zusammengesetzt aus ὕδωρ Wasser und φίλος liebend. 2) zusammengesetzt aus ἄνεμος Wind und φίλος liebend. 3) zusammengesetzt aus ζωΐδιος, soviel wie ζῷον Thier und φίλος liebend.

hier überflüssig sein würde. Alle Windblütler haben daher unscheinbare, meist §. 127.
kleine, aber gewöhnlich sehr zahlreiche, entweder nackte oder mit rudimentärer Blütenhülle oder wenigstens mit nicht blumig gefärbtem, sondern krautigem Perigon versehene Blüten, aber sie bilden eine große Menge leicht verstreubarer, glatter Pollenkörner, welche schon bei leisem Anstoße der Blüte als ein Staubwölkchen in die Luft fliegen; desgleichen sind die Narben der weiblichen Blüten frei an die Luft vorgestreckt und gewöhnlich von einer Beschaffenheit, welche zum Auffangen des in der Luft fliegenden Pollens geschickt ist (z. B. feder- oder pinselförmig behaart. Fig. 364; 365.). Um den Erfolg zu sichern, wird der Blütenstaub hier oft in verschwenderischer Menge erzeugt und ist die Zahl der männlichen Blüten im Verhältniß zu den zu befruchtenden weiblichen sehr groß (Coniferen, Cupuliferen, Betulaceen). Auch haben viele dieser Pflanzen die Eigenthümlichkeit, zeitig im Frühlinge zu blühen vor der Entfaltung des Laubes, welches der Fortbewegung des Pollens durch die Luft im Wege sein würde. Die besonderen Einrichtungen, die bei den Windblütlern die Uebertragung des Pollens bewirken, sind hauptsächlich folgende:

Bei manchen derjenigen einhäusigen Pflanzen, die zu den Windblütlern gehören, steht der die männlichen Blüten tragende Blütenstand oberhalb der weiblichen Blüten, so daß schon die eigene Schwere des Pollens, welche ihn in ungefähr senkrechter Richtung niederfallen läßt, die Bestäubung sichert. So z. B. beim Mais und Rohrkolben.

Sehr verbreitet ist die Einrichtung, daß die Theile, von welchen die Antheren getragen werden, eine dünne, lange und schlaffe Beschaffenheit haben, so daß die betreffenden Theile an denselben wie an schlaffen Fäden frei in der Luft hängen; jeder Luftzug schüttelt sie hin und her und nimmt etwas von dem verstäubenden Pollen mit sich. Bei den Birken, Erlen, Haseln, Eichen, Pappeln sind es die ganzen männlichen Kätzchen, welche kurz vor dem Aufgehen der Antheren durch eintretende Streckung in die Länge diese schlaffe Beschaffenheit annehmen. *Rumex acetōsa* und *R. acetosēlla* geben jedem einzelnen Blütenstiele diese Beschaffenheit. Unter den Gräsern hat das Zittergras (*Briza media*) haardünne Rispenästchen, an denen die Aehrchen durch den leisesten Luftzug in zitternde Bewegung versetzt werden. Aber außerdem wird bei allen Gräsern die Windblütigkeit durch die schlaffe Beschaffenheit der Staubfäden vermittelt, auf welchen die Antheren aus den Blüten zwischen den Spelzen lang heraushängen und durch den geringsten Wind erschüttert ihren Pollen fahren lassen, der dann von den zu gleicher Zeit zwischen den Spelzen hervorgestreckten großen, feder- oder pinselförmigen Narben aus der Luft aufgefangen wird.

Endlich wird die Ausstreuung des Blütenstaubes in die Luft auch durch einen eigenthümlichen Schleudermechanismus bewirkt. Bei *Urtica* und *Celtis*, wo die Blüten meist eingeschlechtig und bei *Parietaria*, wo sie zwar zwitterig, aber protogyn sind, haben die Staubgefäße inclinate Knospenlage (§. 92.) und werden unter den anfangs zusammengeneigten Perigonblättern wie gespannte Federn in dieser eingekrümmten Lage gehalten, bis die Perigonblätter durch ihr weiteres Aufgehen diese Hemmung lösen, worauf die Staubfäden, indem sie sich plötzlich steif ausstrecken, hervorschnellen und dabei den Pollen als ein Staubwölkchen in die Luft schleudern.

3) Thierblütler. Die Blüten der mit diesem Namen belegten Pflanzen sind so eingerichtet, daß sie durch gewisse Thiere, welche die Blüten besuchen, bestäubt werden müssen, indem der Pollen bestimmten Körperstellen der Besucher angeheftet und dann von diesen an den Narben anderer Blüten wieder abgesetzt wird. Darum ist der Pollen der Thierblütler nicht wie der der Windblütler glatt, sondern durch die Verdickungen der Exine (§. 118.) rauh und außerdem durch harzige Secrete klebrig, so daß er den Körpertheilen der Blütenbesucher anhaftet. Andererseits ist die Narbe durch ihre klebrige Narbenfeuchtigkeit, die sie zur Zeit ihrer Empfängnißfähigkeit absondert, geschickt den Pollen festzuhalten, wenn sie von einem mit solchem behafteten Körpertheile berührt wird. Thiere besuchen die Blüten des Honigs wegen, den sie in denselben finden. Wir müssen daher in den Nectarien (§. 125.), an denen diese Lockspeise abgesondert wird, Einrichtungen erkennen, welche lediglich zum

§. 127. Zwecke der Bestäubung getroffen sind. Auch durch den Wohlgeruch, den viele Blüten verbreiten, werden ohne Zweifel Thiere zum Besuche eingeladen. Und die lebhaften Farben, mit denen die Blüten der meisten Thierblütler ausgestattet sind, machen diese Theile augenfällig und bewirken, daß sie leicht von den Thieren gefunden werden. Darum sind auch solche auf den Gesichts-, Geschmacks- und Geruchssinn wirkenden Ausrüstungen nur an Blüten, die durch Thiere bestäubt werden, zu finden, und farbige, große Blumen- oder Perigonblätter können allgemein für Zeichen der Thierblütler gelten. Vogelblütler (Ornithophilae[1]) kommen nur in den Tropen vor, wo z. B. die Blüten von *Marcgravia nepenthoides* durch Kolibris und andere kleine insektenfressende Vögel bestäubt werden. Diese Pflanze hat eine Art hängender Dolde, in welcher die gestielten Blüten in einem Kreise stehen, wie ein umgekehrter Kronleuchter; in der Mitte der Dolde befindet sich nach unten ein großes Nectarium, bestehend aus einer Anzahl krugförmiger Gefäße, welche zur Blütezeit mit süßlicher Flüssigkeit erfüllt sind; durch letztere werden Insekten angelockt, und letztere ziehen jene kleinen Vögelchen herbei, welche, um zu den Honiggefäßen zu gelangen, die Staubgefäße der abwärts hängenden Blüten abstreifen und so den Pollen weiter tragen. Bei der weitaus größten Mehrzahl der Thierblütler sind die Kreuzungsvermittler Insekten. Diese Insektenblütler (Entomophilae[2]) zeigen nun eine große Mannichfaltigkeit der merkwürdigsten Einrichtungen, welche der Größe, Gestalt und Bewegungsweise ihrer speciellen Kreuzungsvermittler angepaßt sind, und immer zur Folge haben, daß diese Insekten, welche hierbei ganz willenlose Werkzeuge sind, mit den nämlichen Körperstellen, an denen sie mit den Antheren in Berührung gekommen sind und Pollen angeheftet bekommen haben, beim nächsten Blütenbesuche die Narbe berühren und an dieser einen Theil des mitgeführten Pollens absetzen. Die Nectarien befinden sich meist im Grunde der Blüte oder überhaupt an solchen Stellen, die das Insekt zwingen, die Staubgefäße und die Narben zu berühren, um zu ihnen zu gelangen. Die hauptsächlichsten Einrichtungen, durch welche jener Zweck erreicht, und somit die Kreuzung gesichert, und zugleich die Selbstbefruchtung unmöglich oder erschwert wird, mögen hier an einigen Beispielen erläutert werden. In vielen Zwitterblüten wird dies einfach dadurch erreicht, daß die Narben über die Staubgefäße vorstehen; das Insekt muß also beim zweiten Blütenbesuche von dem Pollen, den es aus der ersten Blüte mitgebracht, etwas an der ihm entgegengestreckten Narbe, mit der es zunächst in Berührung kommt, abstreifen. So z. B. bei den Papilionaceen, wo die Staubgefäße und die über diese vorragende Narbe in dem Kiel (Fig. 328; 336.) eingeschlossen sind, welcher von dem nach dem Blüteninnern vordringenden Insekt niedergedrückt wird, so daß der Pollen dem Hinterleibe angeheftet und von diesem beim nächsten Blütenbesuche an die Narbe abgesetzt wird. Bei den Labiaten und vielen Scrophularineen mit lippenförmiger Blumenkrone liegen die Staubgefäße parallel unter der ein schützendes Dach bildenden Oberlippe, mit ihren Antheren gerade über dem Eingange in den Schlund; eben daselbst befindet sich der Griffel und ragt mit seiner Narbe etwas über die Antheren hinaus. Kommt eine Hummel z. B. an die Blüte des Bienensaug (*Lamium*) angeflogen, so stützt sie sich auf die Unterlippe, wobei sie deren verschmälerte Basis mit den Vorderfüßen umfaßt, steckt den Kopf in den weiten Schlund der Blumenkrone und läßt ihren Rüssel in die Tiefe der Blumenkronröhre, wo der Honig sich befindet, gleiten. Dabei streift ihr Rücken unvermeidlich an die Narbe an und drückt sich dann gegen die nach unten geöffneten Antheren, von denen er neuen Pollen mitnimmt. So sehen wir, daß sogar der zygomorphe Bau der Blüte sich als eine Anpassungseinrichtung an den Insektenbesuch darstellt. Bei *Salvia* wird überdies infolge der eigenthümlichen Form der Staubgefäße die Anthere auf den Rücken der Hummel niedergedrückt: die Staubgefäße haben hier ein wagebalkenförmiges Connectiv (Fig. 335, h), welches am langen Arme eine Antherenhälfte trägt, am kurzen Arme ohne Anthere ist; wird nun letzterer von dem honigsuchenden Thiere nach hinten gedrückt, so bewegt sich der obere Arm des Connectivs nach vorn und applicirt dem Rücken des

1) Zusammengesetzt aus ὄρνις Vogel und φίλος liebend. 2) zusammengesetzt aus ἔντομος das Eingeschnittene, Kerbthier, Insekt und φίλος liebend.

Thieres den Pollen. In ähnlicher Weise wirken als Hebelarme, welche die Antheren niederdrücken, bei den Rhinanthaceen die borsten- oder grannenförmigen Anhängsel, welche hier an der Basis der Antheren vorkommen. An der Blüte von *Veronica* stehen die beiden Staubgefäße weit auseinandergespreizt außerhalb der Blumenkrone und sind daher von der Narbe des aus der Blumenkronröhre ebenfalls frei hervorragenden Griffels so weit als möglich entfernt. Wenn eine der kleinen Schwebfliegen, welche hier die Bestäubung vermitteln, einer solchen Blüte anfliegt, so erfaßt sie die Basis der beiden Staubfäden und schlägt sich selbst die Staubbeutel gegen den Bauch zusammen, so daß derjenige Theil des Bauches den Pollen empfängt, welcher zugleich die Narbe berührt. Hier reihen sich auch die seltsamen Blüten der Orchideen an, bei denen wegen der getrennten Lage von Narben und Anthere eine Selbstbestäubung ganz unmöglich ist. Bei *Orchis* (Fig. 386.) bildet der Pollen keinen Staub, sondern eine einzige Pollenmasse (§. 118.), welche das ganze Antherenfach erfüllt und nur als Ganzes aus demselben herausgezogen werden kann. Dies geschieht vermöge des stielförmigen Halters, welcher den unteren Theil des Pollinariums bildet und an seinem unteren Ende eine Haftdrüse, d. i. eine klebrige Anschwellung hat. Unterhalb der Anthere befindet sich die große Narbenfläche der Griffelsäule. Beide Organe stehen gerade dem Eingange in den Sporn des Perigons gegenüber, in dessen Grunde Honig abgesondert wird. Fährt nun der Rüssel eines Insektes oder ein ähnlicher Körper, z. B. ein Stift, in den Sporn, so kleben die Pollinarien mit ihren Haftdrüsen an ihn an und werden beim Entfernen herausgezogen und mitgenommen, wobei sie sich vorn überneigen, so daß sie, wenn der Rüssel oder der Stift wieder in eine Blüte fährt, an der ihnen entgegenstehenden stark klebrigen Narbenfläche festgehalten werden. An die Orchideen schließen sich in dieser Beziehung die Asclepiadeen, wo ebenfalls der Inhalt der Antherenfächer eine Pollenmasse bildet, welche als Ganzes von den die Blüte besuchenden Insekten herausgezogen und in einer anderen Blüte zwischen den Antheren an die empfängnißfähigen Stellen der großen kopfförmigen Narbe abgesetzt wird.

§. 127.

Fig. 386.

Bestäubung der Orchideenblüten durch Insekten.

a Blüte von *Orchis maculata*, von der Seite, alle Blütenblätter abgeschnitten, bis auf einen Theil der gespornten Lippe, zeigt die Anthere mit den über dem Eingange in den Sporn stehenden Haftdrüsen der Pollinarien (vergl. auch Fig. 347 u. 348.).

b Blüte von vorn, die unter der Anthere liegende Narbenfläche zeigend, über welcher die Haftdrüsen der Pollinarien stehen.

c Ein Pollinarium, soeben mit einer Bleistiftspitze aus der Blüte entfernt.

d Zwei Pollinarien einige Zeit nach der Entfernung aus der Blüte, nachdem sie sich vorn und zur Seite übergeneigt haben.

Wieder andere Pflanzen haben die Vermeidung der Selbstbefruchtung dadurch erreicht, daß die beiden Geschlechter in ihren Blüten zu verschiedener Zeit geschlechtsreif werden, d. s. die oben erwähnten Dichogamen. Hier wird die Kreuzung der Blüten, soweit es Insektenblütler sind, dadurch gesichert, daß Staubgefäße und

§. 127. Narben zur Zeit der Geschlechtsreife in beiden Blüten dieselbe Stellung einnehmen, also von der nämlichen Stelle des Besuchers berührt werden. Die Compositen und Umbelliferen, welche protandrisch sind, erzielen dies einfach dadurch, daß der Pollen und die später sich entwickelnden Narben an gleicher Stelle auf den dichten Köpfchen, beziehendlich Dolden sich befinden. Bei anderen Protandristen wird das nämliche erreicht dadurch, daß die Staubgefäße zur entscheidenden Zeit durch selbständige Bewegungen die erforderlichen Stellungen einnehmen. So z. B. in den protandrischen Blüten von *Geranium* richten sich die Staubgefäße gerade aufwärts, so daß die Antheren im Momente des Stäubens unmittelbar neben den Narben stehen, die um diese Zeit noch aneinander liegen und nicht empfängnißfähig sind (Fig. 383, a). In einer späteren Periode finden wir die Staubfäden, nachdem die Antheren verstäubt und zum Theil abgefallen sind, wieder in die ausgebreitete Stellung zurückgegangen, dafür aber die Narben entfaltet und empfängnißfähig (Fig. 383, c). Es ist klar, daß das die Blüten besuchende Insekt mit der nämlichen Körperstelle, an welcher es den stäubenden Pollen aufgenommen hat, beim Besuch einer älteren Blüte die ausgebreitete Narbe berühren und ihr Pollen mittheilen muß. Auch zu den Protogynisten gehören einige Insektenblütler, wie *Aristolochia*, *Arum* ꝛc. Hier werden die Besucher durch eine merkwürdige Einrichtung zur Uebertragung des Pollens gezwungen, indem die Blüten oder Blütenstände den Charakter von Kesselfallenblüten annehmen. Eine Mehrzahl von Fliegen wird nämlich hier in einen geräumigen Behälter, einen Blütenkessel, gelockt und in demselben so lange gefangen gehalten, bis die anfangs allein entwickelten Narben abgeblüht sind und die Antheren sich dann geöffnet haben. Alsdann werden sie, mit Pollen behaftet, entlassen, so daß sie beim nächsten Besuche eines Blütenkessels den Pollen an den Narben absetzen. Bei *Arum maculatum* wird der Kessel durch die Blütenscheide (Fig. 252.) gebildet, welche in ihrem unteren Theile eine ringsum festgeschlossene bauchige Düte bildet, in deren Hohlraume die männlichen und weiblichen Blüten sich befinden. In die oben weit offenstehende Blütenscheide, in welche aus der Tiefe des Kessels das schwärzlich-purpurne Kolbenende hervorragt, fliegen, durch den Geruch des letzteren angelockt, kleine Mücken, und kriechen an dem Kolben hinab. Der Eingang in den Kessel ist durch die an dieser Stelle stehenden fadenförmigen Staubgefäßrudimente (Fig. 252.) wie durch Gitterstäbe verschlossen, zwischen denen die Mücken zwar leicht hindurch kriechen können, an denen sie aber zurückprallen, sobald sie wieder hinausfliegen wollen, und in ihrem Gefängniß zurückgehalten werden, bis jene Gitterstäbe schlaff geworden sind, was erst eintritt, wenn die Antheren ihren Blütenstaub entleert haben. Bei *Aristolochia* ist es der untere Theil des Perigons, welcher den Kessel bildet (Fig. 304.). Auch hier befinden sich in demselben die Sexualorgane; das Insekt kann durch die Perigonröhre bis dorthin vordringen, aber nicht wieder zurück, weil die Röhre inwendig mit langen, steifen, einwärts gekehrten Haaren besetzt ist, welche wie eine Reuse den Ausgang wehren und diese Beschaffenheit so lange behalten, bis die Antheren sich geöffnet haben.

Bei manchen Pflanzen ist die Kreuzung gesichert durch das eigenthümliche Verhältniß, welches man als Dimorphismus[1]) der Blüten, oder auch wohl als Heterostylie[2]) bezeichnet. Dies findet sich z. B. bei *Primula*, *Pulmonaria*, *Linum* ꝛc. Diese Pflanzen haben nämlich zweierlei Blüten, solche mit langen und solche mit kurzen Griffeln (Fig. 387.); auf jedem Individuum kommen aber allemal nur Blüten der einen Art vor, und an den natürlichen Standorten wachsen Pflanzen mit lang- und solche mit kurzgriffligen Blüten zerstreut. Bei Versuchen mit künstlicher Bestäubung hat sich nun gezeigt, daß wenn eine solche Blüte mit ihrem eigenen Pollen oder mit demjenigen einer andern ihr gleichartigen Blüte bestäubt wird (illegitime Verbindung), entweder kein oder eine ungewöhnlich geringe Anzahl von Samen entwickelt wird, während bei einer Kreuzung beiderlei Blütenarten mit einander (legitime Verbindung) der Erfolg ein sicherer und die Samenbildung eine reichliche ist. Um nun diese Art der Kreuzung zu sichern, besteht

1) Zusammengesetzt aus δίς doppelt und μορφή Form. 2) zusammengesetzt aus ἕτερος anders, ungleich und στῦλος Griffel.

§. 127.

hier auch in der Stellung der Staubgefäße ein Unterschied der beiden Blütenarten. Es stehen nämlich in der kurzgriffligen Blüte die Antheren in derselben Höhe, wie die Narbe der langgriffligen, und in der langgriffligen Blüte in derselben Tiefe wie die Narbe der kurzgriffligen; mit anderen Worten, es stehen in beiden Blüten die Geschlechtsorgane, welche sich gegenseitig befruchten müssen (legitime Verbindung), in genau entsprechender Stellung (siehe Fig. 387.). Es wird also auch hier wieder erzielt, daß das die Blüten besuchende Insekt an derselben Stelle, an welcher es die Antheren getroffen hat, in der anderen Blütenform derjenigen Narbe begegnet, für welche jener Pollen bestimmt ist. Bei *Lythrum salicaria* und mehreren *Oxalis*-Arten finden wir sogar einen Trimorphismus[1]) der Blüten.

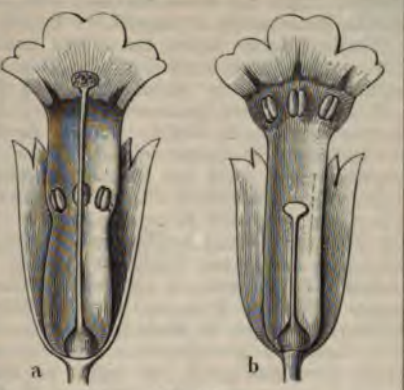


Fig. 387.
Dimorphe Blüten von *Primula officinalis*, der Länge nach durchschnitten und vergrößert.
a Langgriffelige Form.
b Kurzgriffelige Form.

Indem hier zwei Kreise ungleich langer Staubgefäße vorhanden sind, kommen hier drei deutlich verschiedene Blütenformen vor: a. Langgrifflige, wo die Griffel länger sind als die beiden ungleich langen Staubgefäßkreise, b. Mittelgrifflige, wo die Griffel mit ihrer Spitze in der Mitte zwischen den Antheren der langen und der kurzen Staubgefäße stehen, c. Kurzgrifflige, wo die Griffel kürzer als die beiden Staubgefäße sind. Das Verhältniß in der Stellung der Sexualorgane ist auch hier so, daß den Narben einer jeden Blüte ein Staubgefäßkreis in den beiden anderen Blüten entspricht, dessen Antheren mit jenen Narben auf gleicher Höhe stehen. Und wirklich haben Befruchtungsversuche mit *Lythrum salicaria* bewiesen, daß von allen möglichen Kreuzungen, die man zwischen den Organen der verschiedenen Blütenformen vornehmen kann, nur diejenigen eine vollkommene Fruchtbildung zur Folge haben, welche zwischen solchen Geschlechtsorganen stattgefunden haben, welche in den drei Formen auf gleicher Höhe stehen.

Eingeschlechtigen Blüten, welche durch Insekten gekreuzt werden (die meisten sind Windblütler), gelingt es zum Theil schon durch ihren reichlichen Honig genügenden Insektenbesuch anzulocken, ohne sich in besondere Farbenpracht kleiden zu müssen, wie wir es bei den Weiden finden, wo männliche wie weibliche Blüten nackt sind, aber beide an genau gleichen Stellen am Grunde eine oder zwei Honigdrüsen haben, welche fleißig von Insekten aufgesucht werden, die dabei von den männlichen zu den weiblichen Kätzchen fliegen und Pollen übertragen. In den übrigen Fällen wirken aber auch hier zugleich lebhaft gefärbte Blütenhüllen einladend zum Besuch der Insekten. Hier ist es allgemeines Princip, daß in der männlichen Blüte die Staubgefäße dieselbe Stellung einnehmen, wie die Narben in der weiblichen Blüte, wodurch die Bestäubung gesichert wird. Besonders auffallend ist dies bei den Cucurbitaceen, wo die Staubgefäße zu diesem Zweck sich im Centrum der Blüte monadelphisch (§. 116.) vereinigen zu einer Säule, welche oben die verwachsenen Antheren gleich einem Köpfchen trägt (Fig. 335, b). Ein weiteres hier bestehendes bemerkenswerthes Verhältniß hat zur Folge, daß die Insekten die männlichen Blüten zuerst, und darnach erst die weiblichen aufsuchen, während der umgekehrte Besuch nutzlos sein würde. Bei den Cucurbitaceen zeichnen sich die männlichen Blüten durch größere, schöner gefärbte, daher auffallendere Blumenkronen aus, denen die Insekten zuerst anfliegen, um darnach erst die minder auffallenden weiblichen zu

1) Zusammengesetzt aus τρίς dreifach und μορφή Form.

§. 127. besuchen. Auch bei *Ribes alpīnum* und *Valerianēlla dioīca* treffen wir eine ähnliche Bevorzugung der männlichen Blüten.

Manche Pflanzen haben ihre Blüten bestimmten Insekten angepaßt. So sind z. B. gewisse Blüten durch eine solche Enge des Zuganges zu den Nectarien ausgezeichnet, daß nur der dünne Rüssel eines Schmetterlings ihn passiren kann, wie z. B. *Lonicēra periclymēnum* und *caprifolium* mit ihrer sehr langen und engen Blumenkronröhre, die Nelken, *Silēne-*, *Lychnis-* und *Saponaria*-Arten, sowie die Nachtviole (*Hespĕris tristis*), wo der Eingang zu der im Grunde honigbergenden Blüte durch den verlängerten Kelch so weit eingeschnürt und durch die Sexualorgane ausgefüllt ist, *Platanthēra* und *Gymnadenia*, wo der honigenthaltende Sporn von ungemeiner Länge und Enge ist. Alle Falterblüten bieten ihren Gästen, der Geschmacksrichtung derselben entsprechend, einen besonderen Wohlgeruch dar. Diejenigen, welche von Tagfaltern gekreuzt werden, zeichnen sich überdies durch brennende Farben aus, wie die Nelken, wodurch sie also im Tageslichte auffallend werden. Wo die Kreuzung von Nachtfaltern vermittelt wird, welche in der Dämmerung fliegen, da öffnen sich die Blüten oft erst gegen Abend (wie bei Nachtviole, *Lonicēra periclymēnum* und *caprifolium*), entwickeln besonders gegen Abend ihren Wohlgeruch und haben vielfach weiße oder bleiche Blüten, die also in der Dämmerung gesehen werden (z. B. *Convolvŭlus sepĭum*, *Lonicēra* ꝛc.).

Unter den Hymenopteren sind die Bienen fleißige Blütenbesucher, indem sie nicht bloß Honig, sondern auch Blütenstaub zu sammeln suchen. Diese Thiere sind vermöge der ihnen eigenen Fähigkeit der Grabbewegung im Stande mit dem vorderen Körpertheile in die Blüten einzudringen und holen sich mit ihrem Rüssel auch von den verborgen liegenden Nectarien den Honig. Blüten, die sich nur von Bienen bestäuben lassen, haben sich in ihrem Bau den Körperformen und Bewegungen dieser Thiere angepaßt. Die Papilionaceen sind Bienenblumen, die zur Ausbeutung des Honigs ein Auseinanderzwängen der eng zusammenschließenden Blumenblätter nöthig machen. Die Labiaten erfordern mit ihrer helmförmig gewölbten Oberlippe und ihrem nach hinten allmählich sich verengenden Schlund ein Hineinstecken des Kopfes in die Blumenkronröhre. Bei *Ribes*, bei den Ericaceen ist die Blüte, beziehendlich die Blumenkrone ein nach unten hängendes Glöckchen, in welches der Kopf der Biene paßt.

Zweiflügler (Dipteren) sind meistens nicht im Stande so wie Schmetterlinge und Bienen, den Honig von verborgenen Blütentheilen zu holen. *Veronica*, die von Fliegen gekreuzt wird (s. oben S. 303), hat eine äußerst kurze Blumenkronröhre, in welcher der Honig zu finden ist. Ja es giebt viele Pflanzen, welche die Nectarien mit ihrem Honig ganz frei und offen den Besuchern darbieten, und hier sind vorwiegend Fliegen die Kreuzungsvermittler. Dahin gehören die Umbelliferen und Cornaceen mit ihrer polsterförmigen oberweibigen Scheibe (Fig. 374.), sowie *Acer* (Fig. 372.), wo die mächtig entwickelte honigabsondernde unterweibige Scheibe in der weit geöffneten Blüte völlig frei zugänglich dasteht. Aber es giebt auch Pflanzen, welche statt durch Honig oder außer durch Honig die meist koth- und aasliebenden Fliegen durch eine Täuschung anlocken, indem sie statt Wohlgeruches einen ekelhaften Aasgeruch verbreiten und statt greller Farben sich in die schmutziggelbe Farbe des Kothes oder in die schwärzlich purpurne des verwesenden Fleisches kleiden. Dieses gilt von den Aristolochiaceen, Rafflesiaceen, *Arum maculātum* und vielen ausländischen Aroideen, sowie manchen Asclepiadeen. Unter den letzteren vermögen die zahlreichen capischen *Stapelia*-Arten mit ihren großen aasartig riechenden und purpurngefleckten Blüten die Aasfliegen so zu täuschen, daß diese sogar ihre Eier in diese Blüten legen, die dort natürlich zu Grunde gehen müssen.

Endlich ist noch der wunderbaren Fälle zu gedenken, wo die Blüte und das ihre Kreuzung vermittelnde Insekt von einander in dem Grade abhängig sind, daß beide nur miteinander bestehen und sich fortpflanzen können, d. h. wo der Kreuzungsvermittler die Eier in die Blüte legt und in dieser sich zum vollkommenen Insekt entwickelt. Der hohle, am Scheitel mit engem Eingang versehene Blütenstand der Feige (Fig. 260.) enthält männliche und weibliche Blüten. Manche Blütenstände werden rein männlich dadurch, daß gewisse Gallwespen durch die kleine Oeffnung hineinkriechen und in den Fruchtknoten jeder weiblichen Blüte ein Ei legen. Derselbe

bringt dann keinen Samen, aber es geht eine Gallwespe aus ihm hervor. Diese §. 127.
ſchlüpft gerade zu der Zeit aus, wo die gegen den Eingang hin ſtehenden männlichen Blüten ihre Antheren öffnen; ſie führen alſo Pollen mit ſich und ſetzen denſelben an den Narben der weiblichen Blüten ab, wenn ſie in andere Feigen, welche unveränderte weibliche Blüten enthalten, hineinkriechen.

Wie mächtig die Anpaſſung an die die Kreuzung vermittelnden Inſekten auf die Ausbildung der Blüten eingewirkt hat, erkennt man recht deutlich aus dem Umſtande, daß vielfach ſehr nahe verwandte Pflanzen, die in verſchiedenen Gegenden heimiſch ſind, wegen der anderen Inſekten, die es in beiden giebt, auch einen ganz verſchiedenen Bau angenommen haben. So werden z. B. die im Tieflande vorkommenden Schlüſſelblumenarten durch Bienen befruchtet, ihre in den Alpen wachſenden Verwandten dagegen, wie *Primula farinosa*, *integrifolia*, *villosa* ꝛc. nur durch Schmetterlinge, die in den höheren Regionen der Alpen gegen die anderen dort verſchwindenden Inſekten vorherrſchend werden. Ebenſo werden in der Gattung *Gentiana* die Arten der Ebene durch Bienen und Fliegen, die zahlreichen alpinen Arten durch Schmetterlinge gekreuzt. Dem entſprechend haben die in der Ebene wachſenden Arten von *Primula* und *Gentiana* weit geöffnete Blumenkronröhren, ihre alpinen Geſchwiſter dagegen lange, ſehr enge und von den Geſchlechtsorganen ausgefüllte Röhren, die nur der Schmetterlingsrüſſel paſſiren kann.

Neben den Anpaſſungen, welche die Kreuzung durch die eigentlich dazu berufenen Inſekten ſichern, ſind aber auch ſolche Einrichtungen an den Blüten zu finden, welche als Schutzmittel gegen Feinde und Witterungsungunſt und gegen unberufene Gäſte ſich erweiſen. Sehr allgemein iſt der Schutz gegen Regen, welcher in vielen Fällen einfach durch Umkehrung der Blüte erzielt wird (z. B. bei *Galanthus*, *Leucojum*, *Convallaria*, bei der Linde und vielen anderen), oder dadurch, daß die Staubgefäße verborgen ſind im Inneren der Blüte oder unter einer helmförmigen Oberlippe ꝛc., oder dadurch, daß viele Blüten bei Nacht oder bei kühlem, trübem und regnerigem Wetter ſich ſchließen und nur bei erhöhter Licht- und Wärmewirkung ſich öffnen. Die größtentheils verborgene Lage der Nectarien gewährt ſowohl einen Schutz des Honigs gegen den Regen, als auch gegen unberufene Blütenbeſucher, die ihn wegnaſchen würden, ohne der Pflanze den Dienſt der Kreuzung zu leiſten. Gegen vom Boden aus ankriechende Honigräuber, wie z. B. Ameiſen, ſchützen ſich manche Pflanzen dadurch, daß ihre blütentragenden Stengel durch Bedeckung mit einem klebrigen Secret zu förmlichen Leimruthen werden, über welche die Thiere nicht hinwegkommen, wie bei der Pechnelke, bei manchen *Silene*-Arten; oder dadurch, daß die oberen Theile der Pflanze, insbeſondere der Blütenſtand und die Kelche mit Drüſenhaaren (§. 99.) beſetzt ſind, welche Klebſtoffe abſondern, oder endlich auch dadurch, daß an anderen Stellen des Stengels nectarabſondernde Drüſen vorhanden ſind, durch welche die Zudringlinge von den Blüten abgewendet werden, wie z. B. bei *Vicia*, wo die Rückenſeite der Nebenblätter eine große Honigdrüſe hat. Gegen Thiere, die durch ihren Fraß die Blüten ganz zu zerſtören drohen, wie Schnecken und Raupen, ſowie das Weidevieh, ſchützen ſich viele Pflanzen durch ſtechende Waffen, als Borſten, Stacheln (§. 99.) oder Dornen (§. 77. u 94.), wie z. B. viele ſtark borſtige Borragineen, manche mit dornigen Kelchzähnen verſehene Labiaten, die Diſteln und verwandte Pflanzen mit ihren dornig bewehrten Involucralblättern, die Roſen, *Ulex*-, *Genista*-, *Ononis*-, *Asparagus*-Arten ꝛc. mit ihren ſtacheligen, beziehendlich dornigen Zweigen. Auch gewiſſe Gerüche ſcheinen dem Weidevieh die Berührung mancher Blüten zu verleiden; ſo ſollen z. B. von der Königskerze und Schafgarbe die Blüten verſchont bleiben, wenn auch die grünen Blätter abgeweidet werden.

Selbſtbefruchtung der Blüten. Es giebt zunächſt eine Anzahl Pflanzen, bei denen für den Fall, daß der die Beſtäubung vermittelnde Inſektenbeſuch ausbleibt, die Befruchtung und ſomit die Fortpflanzung durch Selbſtbeſtäubung geſichert wird. Dies iſt beſonders bei den Cruciferen der Fall, weil hier die Antheren mit der Narbe gleichzeitig ſich entwickeln und in ſo unmittelbarer Nähe der letzteren ſtehen, daß der eigene Pollen der Blüte auf dieſe gelangen kann. Zweitens wird bei manchen Pflanzen, wenn ſehr ungünſtige neue Lebensbedingungen eintreten, welche die Kreuzung unmöglich machen, eine andere Form von Blüten als

die gewöhnliche gebildet, nämlich kleine, knospenartig geschlossen bleibende, zwischen denen deßhalb eine Kreuzung gänzlich ausgeschlossen ist, in denen aber gleichwohl Selbstbefruchtung stattfindet, die von Fruchtbarkeit begleitet ist. Man nennt solche Blüten kleistogamisch[1]. Bei manchen Wasserpflanzen (*Ranunculus aquatilis*, *Alisma natans*, *Subularia aquatica*) bleiben bei zu hohem Wasserstande, wo sie die Oberfläche nicht erreichen können, die Blüten unter Wasser geschlossen, bringen aber gleichwohl Samen hervor. Mehrere Landpflanzen haben in der Weise dimorphe Blüten, daß an einem und demselben Individuum oder an verschiedenen Individuen derselben Art normal gebaute und mit bunten Farben geschmückte, zur Kreuzung durch Insekten bestimmte Blüten vorkommen, welche sich öffnen, und kleistogamische, an denen die Blumenblätter verkümmert sind oder ganz fehlen, indem sie hier, wo es auf Insektenbesuch nicht ankommt, überflüssig sind, aber wo die Sexualorgane gut entwickelt sind und sich selbst mit Erfolg befruchten. So bekommen *Oxalis acetosella* und verschiedene Arten *Viola* nach den gewöhnlichen großen Blüten des Frühjahrs im Sommer an Stengeln, die nahe an der Erde sich entwickeln, kleine unansehnliche kleistogamische Blüten mit verkümmerten Blumenblättern und fest geschlossenen Kelchblättern. *Lamium amplexicaule* hat im zeitigen Frühjahr und im Herbst außer den geöffneten Blüten auch kleistogamische mit ganz kurzen, festgeschlossenen Blumenkronen, welche sich selbst befruchten und es daher ermöglichen, daß, wenn in der kühleren Jahreszeit keine Insekten, die zur Befruchtung der normalen Blüten nöthig sind, sich einstellen, dennoch eine Samenbildung stattfindet. In solchen kleistogamischen Blüten wachsen die Pollenkörner von der Anthere aus in Pollenschläuche aus, die in gerader Linie nach der Narbe sich richten. Ein Gras, *Leersia oryzoides*, hat bei uns immer kleistogamische Blüten, die in den Blattscheiden eingeschlossen bleiben und dennoch Frucht entwickeln.

Literatur über die Bestäubungseinrichtungen der Blüten: Sprengel, Das entdeckte Geheimniß der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin 1793. — Darwin, Befruchtung der Orchideen. London 1862. — Hildebrand, Die Geschlechter-Vertheilung bei den Pflanzen. Leipzig 1867. — Derselbe, Bot. Zeitg. 1866, pag. 376 ff. — H. Müller, Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig 1873. — Darwin, Die Wirkung der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreiche. London 1876. Deutsch Stuttgart 1877. — Derselbe, Die verschiedenen Einrichtungen, durch welche Orchideen von Insekten befruchtet werden. London 1877. Deutsch Stuttgart 1877. — Derselbe, Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art. London 1877. Deutsch Stuttgart 1877. — H. Müller, Die Wechselbeziehung zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten. Encyclopädie der Naturwissenschaften. 1. Abth. Breslau 1879. — Kerner, Die Schutzmittel des Pollens gegen unberufene Gäste. Innsbruck 1873.

B. Der Befruchtungsact.

§. 128. Auf der Narbe (§. 123.) keimen die Pollenkörner, d. h. sie entwickeln einen Pollenschlauch, indem die Intine an einer der hierzu vorgebildeten Stellen die Exine (§. 118.) durchbrechend zu einem Schlauch hervorwächst. In diesen tritt auch der Inhalt des Pollenkornes, sammt den beiden in ihm vorhandenen Zellkernen ein. Die Pollenschläuche dringen, indem sie immer an ihrer Spitze sich verlängern, zwischen die Zellen der Narbe ein, durchwachsen das leitende Zellgewebe des Griffelkanals (§. 122.) und erreichen so die Höhle des Fruchtknotens. Hier gelangen sie zu den Samenknospen, in deren Mikropyle (§. 124.) sie eindringen müssen. Wenn der Fruchtknoten nur eine einzige aufrechte gerade Samenknospe oder eine

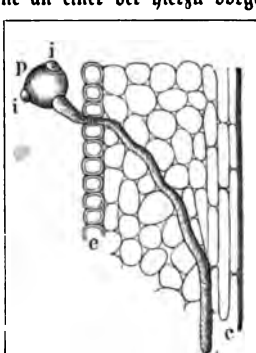


Fig. 388.
Keimung des Pollenkornes auf der Narbe.
Durchschnitt durch ein Stück der Narbe von *Oenothera*, an welchem außen ein Pollenkorn p. Aus einer der drei Austrittsstellen des Pollenschlauches i i ist der Pollenschlauch t hervorgewachsen und durch die Epidermis e in das innere Gewebe der Narbe schräg abwärts gegen das leitende Zellgewebe e eingedrungen. Vergrößert. Nach Hartig.

1) Zusammengesetzt aus κλειστός verschlossen und γάμος Ehe.

hängende anatrope enthält, so befindet sich deren Mikropyle schon in der Nähe des unteren Griffelendes; in den übrigen Fruchtknoten wachsen die Pollenschläuche gewöhnlich auf den Placenten hin, wo sie die Samenknospen erreichen. Meist dringen zahlreiche Pollenschläuche in jeden Fruchtknoten. Es kann nämlich ein Pollenschlauch immer nur ein Eichen befruchten; bei Fruchtknoten mit sehr zahlreichen Samen sind daher sehr viele Pollenkörner zur Befruchtung nöthig. Die Zeit, welche zwischen der Bestäubung und dem Eintreffen der Pollenschläuche an den Samenknospen vergeht, ist sehr verschieden. Bei *Crocus vernus*, wo ein 5—10 cm langer Griffel zu durchwachsen ist, währt das nur 24—72 Stunden; bei *Arum maculatum* wird der Weg von kaum 3 mm von der sitzenden Narbe bis nach der Samenknospe erst nach fünf oder mehr Tagen zurückgelegt. Bei den Orchideen vergehen 10 Tage oder selbst mehrere Wochen. Diese weichen nämlich darin von den übrigen Pflanzen ab, daß bei ihnen die Samenknospen erst nach geschehener Bestäubung sich ausbilden oder oft selbst erst angelegt werden. §. 128.

Schon ehe der Pollenschlauch an der Samenknospe angelangt ist, vergrößert sich der Embryosack (§. 124) soweit, daß er oft den größten Theil des Eikernes einnimmt und von der Mikropyle nur durch wenige Zellen geschieden wird oder dort wohl auch ganz frei liegt. Er enthält einen großen Saftraum; das Protoplasma ist besonders in der Scheitelwölbung, die der Mikropyle zugekehrt ist, angesammelt, und in dieser Ansammlung entstehen schon vor der Befruchtung meist zwei oder auch drei längliche oder eiförmige Zellen, die Keimbläschen oder Eizellen (Fig. 389, A). Bei vielen Pflanzen, jedoch keineswegs constant, entstehen zur nämlichen Zeit auch im entgegengesetzten Ende des Embryosackes einige Zellen, die man als Gegenfüßler der Keimbläschen bezeichnet. Alle diese Zellen bilden sich durch freie Zellbildung (§. 40.), jedoch nach Straßburger's Beobachtungen durch successive Theilungen des Zellkernes, so daß sie alle von dem ursprünglichen Kern des Embryosackes abstammen. Dieser Kern theilt sich nämlich zuerst in zwei Kerne, die den vorderen und hinteren Theil des Embryosackes einnehmen. Jeder Tochterkern wiederholt nun die Theilung zweimal. Es werden dann Trennungsschichten von Plasma zwischen den Kernen gebildet, und es entstehen so nackte Zellen. Hiernach würden an beiden Enden des Embryosackes je vier Zellen sich befinden; aber jede Gruppe giebt einen ihrer Kerne gegen die Mitte des Embryosackes ab, wohin diese zusammenrücken und mit einander verschmelzen; diese bilden dann anscheinend wieder einen Zellkern des Embryosackes. So liegen am Mikropyleende sowie am entgegengesetzten Ende je drei nackte Zellen, jene die Keimbläschen, diese die Gegenfüßler. Im allgemeinen sind drei Keimbläschen vorhanden; wenn aber die Theilung eines Kernes unterblieb oder wenn einer wieder aufgelöst wird, so giebt es deren zwei. Ein oder, wenn ihrer drei vorhanden sind, zwei Keimbläschen erfüllen die Spitze des Embryosackes, der Membran desselben angeschmiegt. Das andere liegt etwas tiefer, aber den ersteren mit breiter Fläche anliegend. Jene beiden sind die Gehülfinnen oder Synergiden,[1] dieses die eigentliche Eizelle oder das Ei. Denn nur die letztere entwickelt sich nach erfolgter Befruchtung zum Embryo. Die Gehülfinnen kommen allein mit dem Pollenschlauche in directe Berührung; aber sie empfangen nur die Befruchtung und übertragen sie auf die unter ihnen liegende Eizelle. Bei wenigen Pflanzen (wie *Santalum*, *Crocus*, *Gladiolus*, *Zea*) verlängern sich die Keimbläschen schlauchförmig bis in die Mikropyle und über diese hinaus. Der frei hervorragende Theil zeigt eine eigenthümliche, wahrscheinlich aus Zellstoff bestehende Streifung; man hat ihn den Fadenapparat genannt; dabei ist aber der im Embryosack befindliche Theil dieser Zellen nackt. Bei diesen Pflanzen kommt der Pollenschlauch mit dem hervorragenden Fadenapparat in Berührung. Sonst aber dringt derselbe überall durch die Mikropyle bis zum Scheitel des Embryosackes vor. Diesem legt sich sein Ende, welches meist eine etwas verdickte Membran besitzt und körniges Protoplasma, meist mit kleinen Stärkekörnchen gemengt in seinem Innern erkennen läßt, auswendig an, so daß er mit den Gehülfinnen in Berührung sich befindet. Hierbei findet der Befruchtungsact statt. Der directen

1) Von συνεργός (σύν und ἔργον) mit arbeitend, Hülfe leistend.

§. 128. Beobachtung ist derselbe sehr schwer zugänglich. Frühere Beobachter wurden sogar insofern getäuscht, als sie die Keimbläschen mit dem Pollenschlauch verwechselten und wie Schleiden und anfangs auch Schacht thaten, die Eizelle für das Ende des eingedrungenen Pollenschlauches erklärten. Besonders konnten die Pflanzen mit aus der Mikropyle hervorragenden Keimbläschen, zwischen denen der Pollenschlauch sich anlegt, zu dieser Täuschung verleiten. Jetzt ist die Präexistenz der Eizelle vor der Ankunft des Pollenschlauches, und der letztere als männliches, d. h. befruchtendes, die Eizelle zur Weiterentwickelung anregendes Element, unbestritten. Durch Hofmeister's ausgedehnte Untersuchungen ist dies zuerst allgemein festgestellt worden. Den Befruchtungsact faßte man seitdem als eine diosmotische Erscheinung zwischen dem Pollenschlauch und den Keimbläschen auf, wobei ein Theil des Pollenschlauchinhaltes in gelöster Form die geschlossene Membran beider durchdringe und sich mit dem Plasma des Keimbläschens vermenge. Straßburger nimmt aber neuerdings an, daß der Uebertritt des Pollenschlauchplasmas nicht diosmotisch durch die Membran, sondern direct geschieht. Die geformten Inhaltsbestandtheile werden vorher aufgelöst; das Plasma soll sich am Ende des Pollenschlauches zu einem zellkernartigen Gebilde, dem Spermakern, ansammeln, und dieser direct mit der Eizelle insbesondere mit deren Kern sich vereinigen. Der Uebertritt soll auf die Weise geschehen, daß die trennenden zarten Zellmembranen aufquellen und von der homogenen zähflüssigen Plasmamasse passirt werden. Die Gehülfinnen sollen sich dabei ebenfalls auflösen, indem sie den Pollenschlauchinhalt auf das Ei übertragen. Jedenfalls beruht der Befruchtungsact auf der Vereinigung eines Theiles des Inhaltes der männlichen Zelle, d. i. des Pollenschlauches, mit der weiblichen Zelle, dem Ei. Der Erfolg dieses Vorganges spricht sich nun darin aus, daß die bis dahin nackte Eizelle eine deutliche Zellmembran bekommt und alsbald zu wachsen beginnt, indem sie sich gegen den Grund der Samenknospe hin etwas verlängert (Fig. 389, A). Sie stellt jetzt den ersten Anfang des Keimes einer neuen Pflanze dar. Jedoch bildet sie sich nicht ganz in denselben um: sie theilt sich

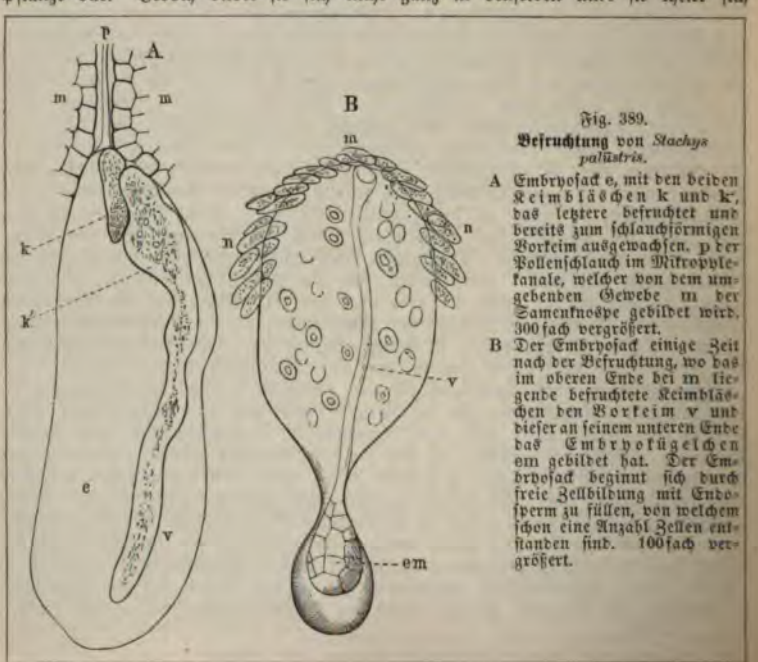


Fig. 389.

Befruchtung von *Stachys palustris*.

A Embryosack e, mit den beiden Keimbläschen k und k', das letztere befruchtet und bereits zum schlauchförmigen Vorkeim ausgewachsen. p der Pollenschlauch im Mikropylekanale, welcher von dem umgebenden Gewebe m der Samenknospe gebildet wird. 300fach vergrößert.

B Der Embryosack einige Zeit nach der Befruchtung, wo das im oberen Ende bei m liegende befruchtete Keimbläschen den Vorkeim v und dieser an seinem unteren Ende das Embryokügelchen em gebildet hat. Der Embryosack beginnt sich durch freie Zellbildung mit Endosperm zu füllen, von welchem schon eine Anzahl Zellen entstanden sind. 100fach vergrößert.

nämlich, nachdem sie sich verlängert hat, durch eine oder mehrere Querscheidewände. Dieses mehrzellige Gebilde heißt der Vorkeim (Fig. 389, v). Die gegen den Grund des Embryosackes gekehrte unterste Zelle desselben nimmt eine abgerundete Form an; sie ist der Anfang des Embryo. Durch wiederholte Zelltheilung wird aus ihr ein runder oder eiförmiger kleinzelliger Körper, das Embryokügelchen (Fig. 389, B, em.), und dieses gestaltet sich dann unmittelbar zum Keimling oder Embryo (embryo[1]) aus, derart, daß dieser mit seinem Wurzelende am Vorkeimfaden, mit seinem Scheitel am entgegengesetzten Ende liegt (§. 132.). Während der Entwickelung der Eizelle zum Embryo werden auch die übrigen Theile der Samenknospe verändert, wodurch letztere zum Samen wird. Sie vergrößert sich bald nach der Befruchtung bedeutend. Der an diesem Wachsthum theilnehmende Embryosack füllt sich mit einem durch freie Zellbildung (§. 40.) entstehenden Zellgewebe an, welches als Endosperm[2] bezeichnet wird: in dem milchartigen Inhalt des Embryosackes entstehen nämlich in dem an der Wand desselben befindlichen Protoplasma viele runde Zellen, die allmählich durch Theilung zahlreicher werden und endlich zu einem Gewebe sich verbinden, welches den jungen Embryo umgiebt. Bei den Orobancheen entsteht das Endosperm durch Theilung des Embryosackes, indem dieser zunächst durch zwei bis drei Querwände in Zellen sich theilt, die dann weiter sich ebenso vermehren. Inzwischen bildet sich aus den Eihüllen die Samenschale. Das zwischen dieser und dem Embryosack befindliche Gewebe des Eikernes wird meistens durch die Ausdehnung des Embryosackes verdrängt; bleibt es erhalten, so nimmt es eine dem Endosperm ähnliche Beschaffenheit an und wird als Perisperm[3] von diesem unterschieden. Im reifen Samen sind sowohl das Endosperm als auch, wenn es vorhanden, das Perisperm mit Reservenährstoffen erfüllt, und diese zwischen der Samenschale und dem Embryo befindlichen Gewebe werden kurz Eiweiß (albūmen[4]) genannt. Bei vielen Pflanzen aber verdrängt der sich ausbildende Embryo das anfangs vorhandene Endosperm gänzlich und füllt im reifen Samen den vom Embryosack und der Samenschale umgebenen Raum allein aus (☞ Samen §. 131.).

Literatur über Befruchtung: Hofmeister, Neue Beiträge zur Kenntniß der Embryobildung der Phanerogamen, in Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. VI u. VII. — Derselbe in Flora 1857, pag. 125. — Schacht, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. I u. IV. — Strasburger, Ueber Befruchtung und Zelltheilung. Jena 1878.

VII. Die Frucht (fructus).

§. 129. Unter Frucht im strengen Sinne verstehen wir den vergrößerten und in seiner Beschaffenheit veränderten Fruchtknoten (§. 120.) in dem Zustande, wo er reife Samen enthält. Bei vielen Pflanzen erleiden aber nach der Befruchtung auch noch andere Theile der Blüte oder sogar des Blütenstandes Veränderungen, die mit der Ausbildung der Frucht ebenfalls ihren Höhepunkt erreichen und in diesem Zustande mit der eigentlichen Frucht zusammen ein Ganzes bilden; sie gehören gewissermaßen zu ihr im physiologischen Sinne, indem sie für ihre Umhüllung oder für ihr späteres Schicksal wesentliche Dienste leisten. Wenn hierbei mehrere Früchte mit anderen Blütentheilen vereinigt sind, so kann man solche Vereinigungen **Scheinfrüchte** oder **falsche Früchte** (Fig 391; 392.) nennen.

Vom Blütenstande sind es häufig die Deckblätter oder die Hüllblätter, welche eine Umhüllung der Frucht bilden und mit dieser in Verbindung bleiben, wenn sie sich von der Pflanze trennt, wie z. B. die Spelzen an den Früchten der Gräser (Fig. 390.), die Becherhülle an den Früchten der Cupuliferen; bei manchen Compositen löst sich das mehrere Früchte einschließende Köpfchen mit der Hülle als Ganzes ab (z. B. *Lappa*, *Centaurea*, *Xanthium* ꝛc.). Oder die Axe des Blütenstandes nimmt eine beerenartig weiche, fleischige Beschaffenheit an und bildet eine wirkliche Scheinfrucht, wie z. B. bei der Feige, wo das Receptaculum einen birnförmigen, hohlen und mit seinen Rändern zusammenneigenden Blütenstand

1) Ἔμβρυον die ungeborene Frucht im Mutterleibe. 2) zusammengesetzt aus ἔνδον inwendig und σπέρμα Samen. 3) zusammengesetzt aus περί ringsum und σπέρμα Samen. 4) von albus weiß, das Weiße im Ei.

§. 129.

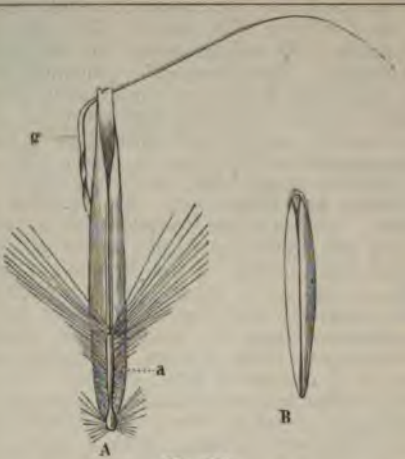


Fig. 390.

Frucht von *Avēna pubēscens*.

A Die Frucht, wie sie von der Pflanze sich trennt, von den beiden Spelzen eingeschlossen, deren äußere die innere umhüllt und auf ihrem Rücken mit einer langen Granne g versehen ist, welche in ihrer Mitte gekniet und im untern Theile schraubig gedreht ist. An der Basis bei a ein aufrechtes stielförmiges Organ mit langen borstenförmigen Haaren, ein Glied der Aehrchenaxe (§. 104.), welche bei der Reife unterhalb jeder Frucht zerbricht und von welcher jedes Glied an der Frucht stehen bleibt.

B Die eigentliche Frucht, Caryopse (§. 130.) aus den Spelzen herausgeschält.

Fig. 391.

Scheinfrucht der Ananas, über welcher der Stengel durchwächst und einen Schopf von Blättern trägt.

Fig. 392.

Scheinfrucht des schwarzen Maulbeerbaums.

bildet, auf dessen Innenseite die kleinen Nüßchen stehen (§. 104, Fig. 260.). Die Ananas ist ebenfalls eine Scheinfrucht, wo die Beeren tief in die ebenfalls saftig-fleischig werdende Masse der Axe des Blütenstandes eingesenkt sind (Fig. 391.). Hieran schließen sich auch die Fruchtkätzchen der Erlen, bei denen die Axe und die Deckblätter holzig werden, sowie die im Fruchtzustande verschiedenartig ausgebildeten Zapfen der Nadelbäume (☞ §. 137.).

Der Blütenboden der einzelnen Blüte, soweit er nicht einen unterständigen Fruchtknoten (§. 120.) bildet und dann nothwendig bei der Fruchtentwickelung sich verändern muß, vergrößert sich und erhärtet bisweilen als eine Hülle um die Frucht, besonders bei solchen Pflanzen, wo er becherförmig den Fruchtknoten umschließt und perigynische Staubgefäße trug, wie bei *Scleränthus*, *Potérium*, *Alchemilla*. Die Bildung einer beerenartigen Scheinfrucht bedingt er bei *Rosa*, deren gewöhnlich als Frucht betrachtete sogenannte Hagebutte der fleischig gewordene krugförmige Blütenboden ist, welcher in seiner Höhlung die eigentlichen Früchte birgt, desgleichen bei der Erdbeere, deren saftiges Fleisch der aufgedunsene Blütenboden ist, welcher so stark anschwillt, daß die eigentlichen kleinen Früchte (Achenen) zuletzt in ihm eingesenkt sind.

Die Blütenhülle geht zwar bei den meisten Pflanzen nach dem Verblühen verloren durch Abfallen oder Vertrocknen, aber bei vielen betheiligt sie sich an der Fruchtbildung in der mannichfaltigsten Weise. Das Perigon vergrößert sich und behält dabei krautartige Beschaffenheit bei den meisten Chenopodiaceen und Polygonaceen; es erweicht beerenartig bei der Maulbeere, deren in einem Köpfchen stehenden Früchte dadurch zu einer Scheinbeere (Fig. 392.) werden; es wächst an der Frucht in lange baumwollenartige Haare aus beim Wollgras (Eriophorum). Der Kelch bleibt oft ziemlich unverändert stehen oder wird fester und dauerhafter,

oft unter Vergrößerung, und giebt so die äußere Hülle ab für die Frucht, welche in solchen Fällen ohne diesen Schutz leicht vorzeitig beschädigt werden oder abbrechen könnte. Einen solchen Fruchtkelch haben z. B. die Lippenblüthler, die Borragineen, *Hyoscyāmus* (Fig. 410.); ungewöhnlich vergrößert, nämlich wie aufgeblasen ist er bei *Physālis*, *Trifolium fragiferum*. Hierher gehört auch die Haar- oder Federkrone (pāppus[1], §. 113.), die fast allgemein bei den Compositen und beim Baldrian die reifen Achenen krönt und die in ihren entwickeltsten Formen zur Verbreitung dieser Früchte dient theils als Flugapparat, theils als Haftorgan. Nach ihrer verschiedenartigen Ausbildung heißt sie a. sprenig, d. h. aus vielen kleinen Schuppen bestehend (Cichorien, Fig. 395.); b. häutig (Rainfarn); c. gestielt (Fig. 393.); d. borstig (Flockenblume); e. dornig (Zweizahn, Fig. 394.); f. haarig (Löwenzahn ꝛc., Fig. 393; 396.); g. federig, d. h. die Haare wiederum mit feinen, abstehenden Härchen, dem Barte einer Feder ähnlich, besetzt (Bocksbart, Bitterkraut, Kratzdistel, Fig. 397); h. ästig, d. h. vom Grunde aus zertheilt (Eberwurz); i. fehlend (Kamille). Der Pappus nimmt zwar die Stelle des bei den Compositen fehlenden Kelches ein, er ist aber nicht mit einem solchen zu identificiren, denn er entsteht erst später, nach der Anlage aller Blüthentheile, vielmehr als ein Anhangsgebilde der Frucht. §. 129.

Die Blumenkrone, die Staubgefäße, sowie die Narben vertrocknen nach der Befruchtung fast immer ohne Veränderung oder fallen ab.

Der Griffel fällt meistens auch ab und läßt eine kleine Narbe an der Frucht zurück. Er bleibt stehen, vergrößert sich noch und bekleidet sich mit Haaren bei *Clemātis*, bei mehreren Arten von *Anemōne* und bei *Geum rivāle* (Fig. 398.), so daß er den verhältnißmäßig kleinen Achenen als großer Flugapparat dient. Bei *Geum* bekommt übrigens der Griffel noch eine andere Eigenthümlichkeit dadurch, daß er in der Mitte ein Knie bildet, oberhalb dessen später der obere Theil abbricht, so daß das Achenium mit einem Haken versehen ist, durch den es sich andern Körpern anhängt und verbreitet wird. Unverändert erhält sich der Griffel und theilt sich mit der Frucht bei den Geraniaceen (s. unten S. 321).

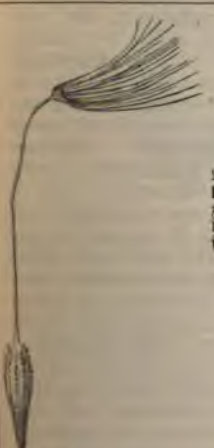


Fig. 393.
Achene des gemeinen Löwenzahns mit gestieltem haarigen Pappus.

Fig. 394.
Vergrößerte **Achene vom dreitheiligen Zweizahne** (*Bidens tripartīta*): zusammengedrückt, vierkantig, oben der Pappus in Form von drei steifen, rückwärts scharfen Grannen oder Dornen.

Fig. 395.
Vergrößerte **Achene der gemeinen Cichorie** (*Cichorium intȳbus*): gestreift, mit **sprenigem** Pappus, aus vielen, ein- bis zweireihigen, zahnfgen Schuppen bestehend.

Fig. 396.
Achene der Gänsedistel (*Sonchus oleracēus*), mit haarigem Pappus.

1) Πάππος, bei den Römern pappus 1) der alte Mann, 2) die Haarkrone an den Früchten des Löwenzahn und Salat.

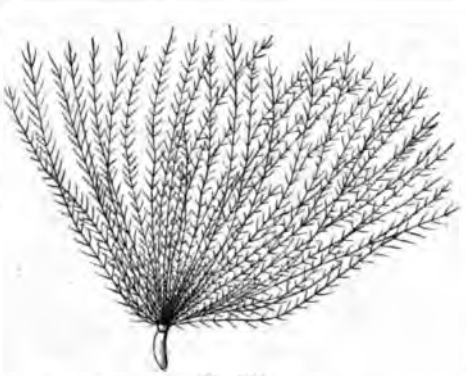


Fig. 397.
Achene der Ackerdiſtel (*Cirsium arvense*) mit federiger Haarkrone.

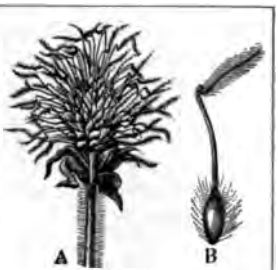


Fig. 398.
Achenen der Bachnelkenwurz (*Geum rivale*).

A Ueber dem Fruchtkelche befinden ſich auf einem walzigen Fruchtboden in ein Köpfchen gehäufte Achenen, mit bleibenden, geknieten (zweigliederigen), über dem Knie federig-zottigen Griffeln grannenartig geſchwänzt.

§. 129. Der Fruchtknoten verwandelt ſich in die **Frucht.** Die Blüte bringt alſo ſoviel Früchte als ſie Fruchtknoten enthielt; in den meiſten Fällen alſo nur eine, dagegen bei Blüten mit vielen monomeren Piſtillen (§. 120.) zahlreiche. Doch bilden die letzteren bisweilen als Früchte ein Ganzes, welches wie eine einfache Frucht erſcheint und ſich ſo von der Pflanze ablöſt, ohne daß wie bei den Scheinfrüchten (S. 311) andere Blütentheile an der Bildung ſich betheiligen. Solche Vereinigungen der bloßen Früchte einer Blüte heißen Sammelfrüchte (syncarpia[1]), wie z. B. die Brombeere, die aus zahlreichen mit einander verwachſenen Früchten beſteht.

Bei ſeiner Umwandlung in die Frucht erleidet der Fruchtknoten eine bisweilen ſehr bedeutende Vergrößerung. Dabei gewinnt die Wand des Fruchtknotens eine eigenthümliche Ausbildung und wird dadurch zum **Fruchtgehäuſe** oder zur **Fruchthülle** (pericarpium[2]). Dieſelbe läßt an der reifen Frucht häufig eine äußere und eine innere, bisweilen auch drei verſchiedene Schichten unterſcheiden: 1) die äußere Fruchthaut (epicarpium[3]), 2) die mittlere Fruchthaut (mesocarpium[4]), 3) die innere Fruchthaut (endocarpium[5]). Außerdem treten auch an der Oberfläche des zur Frucht werdenden Fruchtknotens gewiſſe Veränderungen ein: die Behaarung des Fruchtknotens kann ſich verlieren, oder es tritt umgekehrt an der Frucht vermehrte Haarbildung ein, oder es entſtehen verſchiedene andere Bekleidungen, wie Borſten, oder Stacheln (z. B. an den Doppelachenen vieler Umbelliferen) oder Dornen (wie am Stechapfel und an der Roßkaſtanie). Nach der Zahl der Samenknospen, die der Fruchtknoten enthält, richtet ſich die Zahl der Samen der Frucht, weil ſich während der Ausbildung der Frucht keine neuen Samenknospen bilden, eher die Zahl derſelben geringer wird, indem meiſt einige fehlſchlagen und ſich nicht zu Samen ausbilden. Aus Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen gehen in der Regel vielſamige Früchte hervor. Enthält der Fruchtknoten nur eine einzige Samenknospe, ſo wird daraus eine einſamige Frucht. Auch wenn ein Fruchtknoten oder Fruchtknotenfach zwei oder wenige Samenknospen beſitzt, ſo wird daraus oft durch Fehlſchlagen eine einſamige Frucht oder ein einſamiges Fruchtfach.

Nach dem Verhalten des Fruchtgehäuſes und der Ausbildung ſeiner Schichten nehmen wir folgende **Hauptarten der einfachen** oder **echten Früchte** an:

---

1) Zuſammengeſetzt aus σύν zuſammen und καρπός Frucht. 2) zuſammengeſetzt aus περί ringsum und καρπός Frucht. 3) zuſammengeſetzt aus ἐπί auf und καρπός Frucht. 4) zuſammengeſetzt aus μέσος in der Mitte und καρπός Frucht. 5) zuſammengeſetzt aus ἔνδον inwendig und καρπός Frucht.

- Die Frucht bleibt ein Ganzes und die Fruchthülle öffnet sich nicht. **I. Schließfrüchte.**
  - Fruchthülle trocken, nicht fleischig, einsamig,
    - mit dem Samen zusammengewachsen (Gräser) ... **1. Caryopse, Schal- oder Kornfrucht** (caryopsis[1]).
    - mit dem Samen nicht verwachsen,
      - ungeflügelt,
        - dick und hart (Haselnuß, Eichel) ... **2. Nuß** (nux, Fig. 399.).
        - dünn, häutig oder fast lederartig ... **3. Achene, Nüßchen** (achenium[2], Fig. 393-398, 400.).
      - geflügelt (Eschen, Ulmen) ... **4. Flügelfrucht** (samara[3], Fig. 401.).
  - Mittlere Fruchthaut eine fleischige, oft saftige Masse bildend, ein- oder mehrsamig.
    - Mit einer steinharten oder lederartigen saftlosen inneren Fruchthaut, dem sogenannten Steinkern (putamen[4]). (Bei Steinobst, Kernobst, Wallnuß, Cocos) ... **5. Steinfrucht, Steinbeere** (drupa[5]).
    - Ohne trockene innere Fruchthaut (Heidelbeere, Weinbeere, Kürbis) ... **6. Beere** (bacca).
- Die Frucht bleibt ein Ganzes, aber sie öffnet sich durch Aufspringen der Fruchthülle und ist meist mehrsamig. **II. Springfrüchte.**
  - Die Fruchthülle öffnet sich mit einer Längsspalte, und zwar an der Bauchnaht (§. 120.), und ist einfächerig (Nieswurz) ... **7. Balgfrucht, Balgkapsel** (folliculus,[6] Fig. 404.).
  - Die Fruchthülle öffnet sich mit zwei gegenüberstehenden Längsspalten, nämlich an der Bauch- und Rückennaht, und ist dabei einfächerig (Hülsenfrüchte) ... **8. Hülse** (legumen, Fig. 405.).
  - Die Fruchthülle öffnet sich mit drei oder mehr Längsspalten oder an der Spitze mit Zähnen oder mit einem Deckel oder mit Löchern und ist dabei ein- oder mehrfächerig ... **9. Kapsel** (capsula, Fig. 406 bis 414.).
- Die Frucht ist eine **III. Spaltfrucht** (schizocarpium[7]), d. h. sie zerfällt in mehrere die Samen einschließende, meist einsamige Theilfrüchtchen (mericarpia[8]), und zwar
  - in zwei nebeneinander stehende Achenen (3) (bei Doldenpflanzen) oder Flügelfrüchte (Ahorn). **10. Doppelachene** (diachenium,[9] Fig. 417.).
  - in zwei oder mehrere über einander stehende Achenen (Hederich, Hufeisenkraut) ... **11. Gliederfrucht** (lomentum,[10] Fig. 420; 421.).

Fig. 399.
Nuß der Eiche, in der Becherhülle (§. 103, 2, c) am Blütenstiele. Links die aus der Hülle herausgenommene Frucht, am Grunde die Anheftungsstelle, mit welcher sie in der Hülle saß.

Fig. 400.
Achenien von *Anemone nemorosa* eine Sammelfrucht bildend; aus den monomeren Pistillen sind ebensoviel Achenien geworden, die im reifen Zustande einzeln auseinanderfallen.

1) Die **Caryopse** (§. 129, 1) entwickelt sich meist aus einem eineiigen Fruchtknoten, wie bei den Gräsern. Hier bleibt sie gewöhnlich von den Blütenspelzen (Fig. 390.) umschlossen und fällt mit dieser Umhüllung ab; bei wenigen Gräsern löst sie sich aus den Spelzen heraus und ist nackt; so beim Roggen und Weizen. §. 130.

---

1) Zusammengesetzt aus κάρυον Nuß und ὄψις das Aussehen. 2) ἀχαίνειν, zusammengesetzt aus α privativum und χαίνω gähnen, sich öffnen; also eine nicht sich öffnende Frucht. 3) Frucht des Ulmenbaumes. 4) putämen Abfall, was beim Schälen oder Beschneiden (putare putzen) abfällt. 5) drupus zum Abfallen reif. 6) Diminutiv von follis Sack, Schlauch. 7) zusammengesetzt aus σχιστός gespalten und καρπός Frucht. 8) zusammengesetzt aus μέρος Theil und καρπός Frucht. 9) zusammengesetzt aus δίς doppelt und achenium ☞ Note 2. 10) lomentum (laviméntum von laváre waschen) Waschmittel, Bohnenmehl (als Waschmittel der Haut), in der Botanik Gliederhülse.

§. 130. Wegen der innigen Verwachsung des Fruchtgehäuses mit dem Samen ist eine Abgrenzung jenes von der Samenschale nicht wahrnehmbar.

2) Die **Nuß** (§. 129, 2; Fig. 399.) geht ebenfalls gewöhnlich aus einem eineiigen oder wenigeiigen Fruchtknoten hervor und enthält den einzigen Samen frei in ihrer Höhle. Doch kann auch aus mehrfächerigen Fruchtknoten durch Fehlschlagen eines oder mehrerer Fächer eine einsamige Nuß werden, wie bei der Eiche und Linde. Die knochen- oder holzig harte Beschaffenheit ihrer geschlossen bleibenden Fruchthülle ist für die Nuß charakteristisch, allein da alle denkbaren Abstufungen des Härtegrades vorkommen, so besteht auch keine feste Grenze zwischen ihr und

3) der **Achene** oder dem **Nüßchen** (§. 129, 3), bei welchem wir meist eine dünne, krustig harte oder lederartige (z. B. bei den Compositen, bei *Polygŏnum* ꝛc.) Fruchthülle finden, die aber auch in allen Abstufungen übergeht in eine ganz dünnhäutige Fruchtwand, welche bei der Reife leicht von selbst zerfällt und sich vom Samen ablöst, wie z. B. bei *Chenopodĭum* und *Amarānthus*. Für diese letztere Form ist auch der besondere Namen Haut- oder Schlauchfrucht (utricŭlus) angewendet worden. Nicht bloß aus Blüten, welche einen einzigen Fruchtknoten besitzen, kann sich ein Achenium entwickeln, wie bei den Polygoneen, Chenopodiaceen, Compositen ꝛc., sondern auch wo zahlreiche monomere Fruchtknoten vorhanden sind, werden diese oft zu Achenien, so daß die Blüte eine Mehrzahl solcher entwickelt, die dann zusammen oft mehr oder weniger eine Sammelfrucht bilden, wie bei vielen Ranunculaceen (Fig. 351; 400.), bei *Potentĭlla*, *Geum* (Fig. 398.). Desgleichen bildet sich jede der vier Klausen des Pistilles der Labiaten und Borragineen (S. 282) zu einem Achenium aus. Auch die zu einer Scheinfrucht vereinigten Früchte sind oft Achenien, wie bei der Hagebutte, Erdbeere, Maulbeere, Feige (§. 129.). Vom Pappus, als Anhang der Achenien, ist §. 129. die Rede.

4) Die **Flügelfrucht** (§. 129, 4) ist im Zustande des Ovariums ungeflügelt; sie erhält ihren hautartigen Anhang erst während der Reifung durch eine Wucherung der Fruchthülle. Derselbe umzieht entweder die Frucht ringsum, wie z. B. bei *Ulmus* (Fig. 401.) oder er bildet zwei seitliche gesonderte Flügel, wie z. B. bei *Betŭla*, oder nur einen einzigen flügelförmigen Fortsatz an der Spitze, wie bei *Fraxĭnus*.

Fig. 401.
Flügelfrucht der Feldulme (mit häutigem Rande ringsherum).

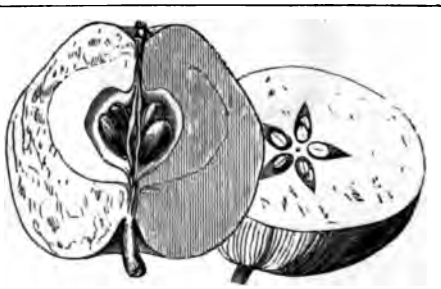


Fig. 402.
Apfelfrucht des Apfels im Quer- und Längsschnitte.

5) Die **Steinfrucht** (§. 129, 5). Das Mesocarpium ist hier meistens der an Volumen vorwiegende Theil der Fruchtwand, während das Epicarpium eine meist sehr dünne, festere äußere Haut darstellt, die oft nur aus der Epidermis besteht. Das Mesocarpium ist gewöhnlich ein sehr saftreiches Gewebe, dessen Zellen sehr dünnwandig, weit und mit reichlichem Zellsaft erfüllt sind, welcher Zucker, Pflanzensäuren und andere Stoffe aufgelöst enthält, die den Wohlgeschmack dieser Früchte bedingen. Doch ist diese Beschaffenheit nicht überall zu finden; so ist z. B. das Mesocarpium bei der Wallnuß grün, lederartig, bei den Mandeln trocken, bei den Cocosnüssen faserig; aber doch ist es auch hier durch seine weichere Beschaffenheit vom Steinkern unterschieden. Das Endocarpium, welches den

Steinkern (putāmen[1]) bildet, zeigt bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Beim Steinobst (Amygdalaceen), sowie bei der Wallnuß ist er einfächerig und einsamig, weil hier die Steinfrucht aus einem einfächerigen und wenigeiigen Fruchtknoten sich entwickelt; er stellt daher eine einzige zusammenhängende innerste Schicht der Fruchtwand dar und hat hier gewöhnlich steinharte oder holzige Beschaffenheit. Beim Kernobst dagegen, denen sich in dieser Beziehung die meisten anderen mit Steinbeeren versehenen Pflanzen anschließen, geht die Frucht aus einem zwei- oder mehrfächerigen Fruchtknoten hervor. Hier nimmt daher entweder jedes Fach für sich die Beschaffenheit eines Steinkernes an, so daß die Frucht mehrere gesondert im Fruchtfleisch (Mesocarp) eingeschlossene sogenannte Kerne (pyrēna[2]), die dann meist einsamig sind, enthält, wie z. B. bei *Crataegus*. Nach der Zahl derselben heißt die Frucht zwei- bis vielsteinig (drupa di-polypyrēna[3]). Oder der ganze innere Theil der Frucht wird zu einem mehrfächerigen Steinkern, welcher zwei oder viele Samen in jedem Fache enthält, wie bei *Pyrus*, *Sorbus* und *Cydonia*. In diesem Falle hat der Steinkern sehr geringe Härte, er ist meist von dünner leder- oder papierartiger Beschaffenheit. Diese Form der Steinfrucht bezeichnet man als Apfelfrucht (pomum, Fig. 402.). Eine Steinfrucht kann sowohl aus einem oberständigen als auch aus einem unterständigen Fruchtknoten (§. 120.) entstehen. Im ersteren Falle hat sie den vertrockneten Kelch oder dessen Narbe an ihrer Basis (Steinobst), im letzteren auf ihrem Scheitel (Kernobst, also auch bei der Apfelfrucht Fig. 402.). §. 130.

6) Die **Beere** (§. 129, 6) zeigt ebenfalls das Mesocarpium in der stärksten Entwickelung, ihr Epicarpium ist oft nur eine aus der Epidermis bestehende dünne Haut, während ein Endocarpium nicht unterscheidbar ist, so daß das Fruchtfleisch die Samen unmittelbar eingebettet enthält. Letztere betheiligen sich bisweilen an der Bildung eines saftigen Gewebes, indem die äußere Schicht der Samenschale (§. 131.) beerenartig erweicht, wie bei *Ribes*. Bisweilen füllen sich auch die Fächer der Beere mit einem Gewebe safterfüllter schlauchförmiger Zellen aus, welches durch Sprossung aus den Scheidewänden hervorgeht und Fruchtbrei (pulpa) genannt wird, wie bei den Orangen und Citronen, wo das Epicarpium nicht bloß aus Epidermis besteht, sondern eine dicke, parenchymatöse und Oeldrüsen (§. 48, II, 3) enthaltende Schicht bildet. Die meisten Beeren sind mehr- oder vielsamig, denn sie entwickeln sich aus einem vieleiigen Fruchtknoten, und haben ebensoviel Fächer als dieser, z. B. zwei bei der Kartoffel, bei der Tollkirsche und anderen Solanaceen, drei beim Spargel, vier bei der Einbeere (*Paris*), fünf bei der Heidelbeere. Auch die Beere kann aus einem unterständigen Fruchtknoten hervorgehen und hat dann auf ihrem Scheitel den vertrockneten Kelch (z. B. Stachelbeere), was bei oberständigen Beeren nicht der Fall ist. Hinsichtlich der Beschaffenheit des Mesocarpiums gilt bei den meisten Beeren dasselbe was von dem gleichnamigen Gewebe der Steinfrüchte bemerkt wurde, weßhalb auch viele Beeren genießbar und wohlschmeckend sind. Beim Kürbis und bei der Gurke, deren Früchte Beeren sind, die man als eine besondere Art mit dem Namen Kürbisfrucht (peonium[4]) bezeichnet hat, ist die Fruchthülle selbst von mäßig saftiger Beschaffenheit, aber die Fächer sind mit saftig-breiiger Pulpa erfüllt und besonders dadurch ausgezeichnet, daß die Fruchtblattränder im Innenwinkel der drei Fächer sich rückwärts nochmals in die Fächer hineinschlagen, so daß scheinbar sechs Fächer entstehen (Fig. 403.).

Fig. 403. **Kürbisfrucht** von der Gurke, im Querdurchschnitt, zeigt die drei mit saftigem Gewebe erfüllten Fächer, in welche sich vom Innenwinkel aus die Fruchtblattränder zurückgeschlagen haben und die Samen tragen.

---

1) ☞ Seite 315, Note 4. 2) πυρήν harter Kern des Steinobstes. 3) zusammengesetzt aus δίς zwei, beziehendlich πολύς viel und πυρήν ☞ Note 2. 4) von pepo Kürbis.

§. 130. 7) Die **Balgkapsel** (§. 129, 7) trägt die zu mehreren vorhandenen Samen immer an der beim Aufspringen der Frucht sich spaltenden Bauchnaht. Da sie aus einem monomeren Fruchtknoten hervorgeht, so entstehen ihrer meist mehrere aus einer Blüte, die dann gewöhnlich quirlig angeordnet sind, wie bei der Abtheilung der Helleboreen unter den Ranunculaceen (Fig. 404.) und bei den Crassulaceen.

b a

Fig. 404.

a **Balgkapseln** der grünen Nieswurz.
b Eine einzelne durchschnittene Balgkapsel, um die Samen an der Bauchnaht zu zeigen.

Fig. 405. **Hülse** der Erbse, an der Bauch- und Rückennaht aufspringend.

8) Die **Hülse** (§. 129, 8) unterscheidet sich von der Balgkapsel nur durch das Aufspringen an der Bauch- und Rückennaht zugleich. Sie findet sich vorzugsweise bei den Hülsenfrüchten (Leguminosen), besonders bei den meisten Papilionaceen (Fig. 405), wo sie in den verschiedensten Formen auftritt.

9) Die **Kapsel** (§. 129, 9) heißt nach der Zahl ihrer Fächer einfächerig, zweifächerig, dreifächerig ꝛc. (capsula uniloculāris, biloculāris, triloculāris[1] ꝛc.). Meist entspricht die Zahl der Fächer derjenigen im Fruchtknoten. Wenn die einzelnen Fächer weit vorstehen, indem sie nur an der Axe mit einander verwachsen sind, so heißt die Kapsel knöpfig oder lappig, z. B. dreiknöpfig bei *Euphorbia*. Gewöhnlich ist in einem solchen Falle schon der Fruchtknoten der Blüte mehrlappig (§. 120.). Der Mechanismus des Aufspringens (dehiscentia[2]) besteht darin, daß an allen denjenigen Stellen, an welchen ein Zerreißen der Fruchtwand stattfindet, das daselbst befindliche Gewebe derselben schwindet, indem die Zellen sich schon von Anfang an nicht an derjenigen Ausbildung betheiligen, welche die übrige Fruchtwand annimmt, sondern dünnwandig bleiben, zusammenschrumpfen und daher leicht zerreißen. Die Kraft, durch welche dieses Zerreißen bewirkt wird, ist eine hygroskopische Spannung, welche zwischen bestimmten Theilen der Fruchtwand eintritt und die Theile zu Krümmungen veranlaßt, welche ihr Auseinanderweichen an der Stelle des geringsten Widerstandes und damit das weite Aufgehen der Fruchtfächer zur Folge haben. Das bezieht sich überhaupt auf alle Springfrüchte, also auch auf das Aufspringen der Balgkapseln (7) und Hülsen (8). Das active Gewebe ist das Endocarpium, welches eine Hartschicht darstellt, die aus langgestreckten und dickwandigen, bastfaserähnlichen Prosenchymzellen (§. 47.) besteht. Solche Zellen nehmen beim Aufquellen und Austrocknen in der Richtung ihres Querdurchmessers stärker zu, beziehendlich ab, als in der Richtung des Längsdurchmessers. Wir finden dem entsprechend immer, daß diese Fasern mit ihrem Querdurchmesser in derjenigen Richtung der Fruchtwand liegen, welche sich beim Austrocknen zur Reifezeit stärker zusammenziehen muß. Indem nun bloß das Endocarpium es ist, welches in einer bestimmten Richtung diese Contraction erleidet, die äußeren Schichten der Fruchtwand aber ihre Dimensionen nicht ändern, so müssen die Klappen mit welchen die Fruchtwand aufspringt, Krümmungen annehmen. Bei den Hülsen der Leguminosen liegen die Axen jener Fasern im Winkel von 30—40° schief zur Längsachse der Frucht, während die Zellen der Außenepidermis eine die der Fasern nahezu rechtwinklig schneidende Richtung zeigen. Durch den Antagonismus, den beim Austrocknen beide Schichten ausüben, wird bewirkt, daß die beiden Klappen der Hülse eine Krümmung an-

1) Zusammengesetzt aus unus ein, bis zweifach ꝛc., und locŭlus, Diminutiv von locus Fach.
2) von dehiscĕre aufspringen.

nehmen, die endlich in mehrfache Schraubenwindung übergeht (Fig. 405). Bei §. 130.
Viola (Fig. 406.) schlagen sich die drei auf ihrer Mitte die Placenta tragenden Klappen der Kapsel (s. unten) in der Quere einwärts zusammen und krümmen sich zugleich senkrecht nach außen und abwärts. Das Letztere wird hervorgebracht durch mehrere Lagen bastfaserähnlicher quellbarer Zellen, deren Längsdurchmesser in quer-tangentialer Richtung liegt, während in den Flügeln der Klappen diese Zellen mit ihrem Längsdurchmesser der Länge nach gestellt sind. Das Einfalten jeder Klappe geschieht durch ebenfalls quellbare Collenchymzellen (S. 126), welche in der Placenta mit ihren Längsachsen senkrecht stehen.

Fig. 406.
Kapsel von *Viola tricolor*, mit drei Klappen c aufspringend, welche auf ihrer Mitte die Placenta mit den Samenknospen tragen. s der fünfblättrige stehenbleibende Kelch.

Da der Mechanismus des Aufgehens der Springfrüchte nur durch das Austrocknen in Wirkung gesetzt wird, so schließen sich auch diese Früchte, nachdem sie aufgesprungen sind, wieder wenn sie befruchtet werden. Die Kapseln heißen nach der Art des Aufspringens: **1. mit Klappen aufspringend** (valvis[1] dehiscens) wenn das Fruchtgehäuse durch Längsspalten in mehrere **Klappen** (valvae[1]) sich theilt (Fig. 406; 407; 414; 412.). Die Zahl derselben entspricht gewöhnlich der Zahl der Carpelle, aus denen der Fruchtknoten zusammengesetzt war, indem dieselben sich entweder wieder an ihren verwachsenen Rändern trennen oder aber in ihrer Mittelrippe sich spalten, oder auch beides zugleich, so daß die Zahl der Klappen das Doppelte der Fruchtblätter beträgt, wie z. B. bei der 10klappigen Kapsel des Leins. Wenn die Kapsel mehrfächerig ist, so spalten sich die Carpelle meist in ihrer Mittelrippe, so daß jedes Fach in seiner Mitte geöffnet wird: fachspaltige Kapsel (capsula loculicide[2] dehiscens). Seltener trennen sich die Ränder der Fruchtblätter, also die Scheidewände von einander: scheidewandspaltige Kapsel (c. septicide[3] dehiscens), wie z. B. bei *Colchicum*. Wenn die Fächer innenwinkelständige Samenleisten haben, so lösen sich entweder auch diese mit den Klappen zusammen von einander oder sie bleiben in der Mitte wie eine Mittelsäule stehen, z. B. bei den Ericaceen. **2. mit Zähnen aufspringend** (dentibus dehiscens), wenn die Längsspalten nur an der Spitze sich bilden und die Klappen wie **Zähne** (dentes) erscheinen, wie bei *Cerastium* und *Holosteum* (Fig. 408.). **3. mit Löchern aufspringend** (porose[4] dehiscens), wenn im Fruchtgehäuse nur kleine Löcher sich bilden, deren Zahl wiederum mit den Fächern übereinstimmt, indem jedes Fach durch ein Loch nach außen sich öffnet, wie bei den Glockenblumen und beim Mohn (Fig. 409.). **4. mit Deckel** oder **umschnitten aufspringend** (circum-

Fig. 407.
Mit fünf Klappen aufspringende **Kapsel des gemeinen Gilbweiderichs** (*Lysimachia vulgaris*), unten im bleibenden, fünftheiligen Kelche befestigt.

Fig. 408.
a Die mit sechs zurückgerollten Zähnen aufgesprungene **Kapsel** der **doldenblütigen Spurre** (*Holosteum umbellatum*).
b Dieselbe senkrecht durchschnitten, die Mittelsäule mit den Samen zeigend.

Fig. 409.
Kapsel des **Klatschmohns** (*Papaver rhoeas*), unter der schildförmigen Narbe mit Löchern aufspringend.

1) Valvae Thürflügel. 2) zusammengesetzt aus loculus, Diminutiv von locus Fach und caedĕre hauen, brechen. 3) zusammengesetzt aus septum Scheidewand und caedĕre hauen, brechen. 4) mit Loch (porus).

§. 130. scisse[1]) dehiscens), wie beim Bilsenkraut (Fig. 410.) und beim Gauchheil (Fig. 411.). Eine besondere Form der Kapsel ist die **Schote** (silīqua, Fig. 414.) bei den Kreuzblütern, welche zweifächerig ist und mit 2 Klappen so aufspringt, daß letztere sich vollständig ablösen und nur die beiden wandständigen Samenleisten mit der dazwischen ausgespannten Scheidewand auf dem Blütenstiele zurückbleiben. Wenn die Schote breiter als lang, oder doch nur wenig länger als breit ist, so wird sie **Schötchen** (silicŭla, Fig. 412—413.) genannt. Sie ist dann gewöhnlich in einer Richtung schmäler als in der anderen, und es ist dabei zu berücksichtigen, ob dieses in der Richtung der Scheidewand oder rechtwinklig zu derselben der Fall ist; man unterscheidet hiernach die Schötchen der Kreuzblüter in solche mit schmaler und solche mit breiter Scheidewand. —

Fig. 410.
Kapsel des schwarzen Bilsenkrauts (*Hyoscyāmus niger*).
A Mit abspringendem Deckel, zeigt inwendig die zwei Fächer und den Samenträger.
B Kapsel im bleibenden fünfzähnigen Fruchtkelche, dessen Vordertheil fortgenommen.

Fig. 411.
In der Mitte umschnittene oder mit einem Deckel aufspringende **Kapsel** des **Gauchheils**. Samen an einer freien Mittelsäule.

Fig. 412.
A **Schötchen** des Acker-Hellerkrauts, fast kreisrund, breit geflügelt und vorn ausgerandet; in B sind die beiden geflügelten Klappen abgesprungen von den stehenbleibenden Samenleisten mit der schmalen Scheidewand.

Fig. 413.
A Aufspringendes **Schötchen** des Frühlings-Hungerblümchens (*Draba verna*).
B Die breite Scheidewand mit den Samenleisten.

Fig. 414.
a Aufgesprungene **Schote** des **Goldlacks** (*Cheiránthus cheiri*).
b Querschnitt der Schote.

Unter **elastisch aufspringenden Kapseln** (capsŭla elastice dehiscens) versteht man solche, bei denen die Klappen solange verbunden bleiben, bis die Spannung ihrer Gewebe, welche die Ursache der Trennung der Klappen ist, den Widerstand plötzlich überwindet, wobei das Aufreißen mit einer Kraft erfolgt, durch welche die Samen fortgeschlendert werden. Die Spannung der Gewebe wird hierbei entweder ebenfalls durch den Antagonismus zwischen der beim Austrocknen stärker sich contrahirenden Innenschicht und der Außenschicht der Fruchtwand hervorgebracht; so z. B. bei *Euphorbia*, deren dreiknöpfige Kapseln also erst beim Austrocknen zugleich scheidewand- und fachspaltig plötzlich auseinanderspringen. Bei *Balsamīna* ist dagegen die Kapsel bis zuletzt saftig und grün; sie besteht aus einem Schwellgewebe von fast knorpelartiger Turgescenz, welches gegen eine innere Schicht im Ausdehnungsstreben und daher in hoher Spannung sich befindet, die immer

1) Von circumscindĕre ringsum spalten.

mehr zunimmt, bis endlich die geringste Berührung genügt, um die Verbindung der Klappen an der Basis zu lösen und die Ausgleichung der Spannung durch plötzliches Zusammenrollen der Klappen herbeizuführen, wobei die Samen weit fortfliegen. — Die Früchte der Roßkastanie sind ebenfalls bis zur Reife grün und saftig bleibende Kapseln, die nicht durch hygroskopische Spannung infolge von Austrocknung, aber auch nicht durch elastisches Aufspringen sich öffnen, sondern von selbst abfallen und erst durch den Schlag, den sie beim Auffallen auf den Boden erleiden, zerspringen. Die Kapseln von *Oxălis* sind ebenfalls im Reifezustand grün, springen auch nicht auseinander, sondern bekommen nur eine Längsspalte an jedem Fache, aus welcher der Samen durch ein elastisches Zusammenziehen seiner Außenhaut (§. 131.) hervorgeschossen wird. Die Frucht der Eselsgurke ist eigentlich eine Beere oder Kürbisfrucht (S. 317), denn sie bleibt ganz, aber löst sich plötzlich von ihrem Stiele ab, wobei die Samen sammt der die Frucht erfüllenden Flüssigkeit unten herausgespritzt werden. §. 130.

10) Die **Spaltfrucht**, insbesondere die **Doppelachene** (§. 129, 10). Sie zerfällt in zwei oder mehr einsamige Mericarpien, entsprechend der Zahl der Fächer oder Knöpfe, welche der Fruchtknoten besaß. Zwei Mericarpien finden sich z. B. bei *Acer*, doch sind hier auch manchmal mehr als zwei Theilfrüchtchen zu einer Spaltfrucht vereinigt. Hier nehmen die Mericarpien die Form von Flügelfrüchten (Nr. 4) an (Fig. 416). Die Malvaceen und die Geraniaceen haben Spaltfrüchte, welche in eine größere Zahl von Mericarpien zerfallen, die sich hier von der stehenbleibenden Axe der Frucht ablösen. Bei den Geraniaceen trennt sich mit jedem Früchtchen auch sein Griffelantheil von der stehenbleibenden Mittelsäule, und zwar so, daß derselbe an der Spitze mit der letzteren in Verbindung bleibt (Fig. 415.). Dagegen sind für die Doldenpflanzen allgemein die Doppelachenien charakteristisch; die beiden Mericarpien haben hier die Beschaffenheit von Caryopsen (Nr. 1) oder von Achenen (Nr. 3). Sie trennen sich von einem in der Mitte stehenbleibenden dünnen stielartigen Theile, dem Fruchtträger (carpophŏrum[1]), an dessen Spitzen sie mit ihrem oberen Theile einige Zeit hängen bleiben (Fig. 417.).

Fig. 415.

Spaltfrucht des Storchschnabels. Ueber dem stehenbleibenden fünfblättrigen Kelch lösen sich die fünf Mericarpien mit ihren Griffelantheilen unten von der Mittelsäule ab.

Fig. 416.

Flügelfrucht des **Feldahorn** (Acer campĕstre), welche sich in zwei einseitig geflügelte Mericarpien trennt.

b a

Fig. 417.

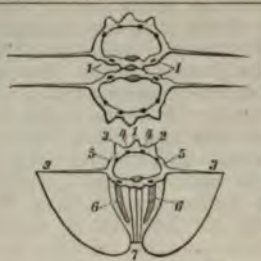
Doppelachenen des großen Klettenkerbels (*Anthriscus silvĕstris*).

a Das Pistill in natürlicher Größe.

b Die Frucht oder die zwei Theilfrüchtchen, mit ihrer Spitze noch am zweispaltigen Fruchtträger hängend.

1) Zusammengesetzt aus καρπός Frucht und φέρειν tragen.

§. 130.



A Querdurchschnitt der Doppelachene oder der zwei Theilfrüchtchen.

B Querdurchschnitt eines Theilfrüchtchens von der Berührungsfläche aus.

Fig. 418.

Vergrößerte Doppelachene von der **wilden Angelika** (*Angelica silvestris*).

A: 1. **Fugen-** oder **Berührungsfläche** der beiden querdurchschnittenen Früchtchen, sehr schmal, und die Randrippen jedes Früchtchens sehr breit, wie Flügel ausgebreitet, daher die Früchtchen weit auseinander stehend oder klaffend vermittelst des doppelten Flügelrandes der Frucht.

B: 6, 6, 7. **Fugen-** oder **Berührungsfläche.**
3, 5, 2, 4, 1, 4, 2, 5, 3. Die **Rückenfläche,** welche der Berührungsfläche entgegensteht.

1. **Kielriesen**
2, 2. **Mittelriesen**
3, 3. **Seitenriesen**

} es sind sämmtlich Hauptriesen (die 4 Nebenriesen fehlen).

4 u. 4. Die zwei innern
5 u. 5. Die zwei äußern

} **Thälchen** oder **Rillen.**

Die schwarzen Punkte auf dem Querschnitte bezeichnen die durchschnittenen **Oelgänge** oder **Striemen,** deren zwei auf der Fugenfläche und einer in jedem Thälchen, weshalb die Fugenfläche zweistriemig und die Thälchen einstriemig heißen.

Fig. 419.

Ein vergrößertes Früchtchen der Doppelachene der gemeinen Möhre,

mit einreihig-stachligen Riesen (von der Berührungsfläche aus quer durchschnitten).

1, 2 u. 3 kurzborstige **Hauptriesen;**

4 u. 5 langstachlige **Nebenriesen** (4 die zwei innern und 5 die zwei äußern) von den Thälchen oder Rillen getragen.

An den Theilfrüchten der Doldenpflanzen unterscheiden wir (Fig. 418.): **1.** die **Fuge** oder Berührungsfläche (commisūra), mit welcher die zwei Früchtchen zusammenhängen (A. 1. und B. 6, 6, 7.) und welcher die Rückenfläche (B. 3, 5, 2, 4, 1, 4, 2, 5, 3.) gegenübersteht. **2.** Die **Fugennaht** oder die die Fugen umgrenzenden Linien. **3.** Die **Rippen, Riesen** (juga) oder die erhabenen Längsstreifen auf der äußeren Fläche des Früchtchens. Von diesen besitzt jedes Theilfrüchtchen wenigstens fünf. Diese werden **Hauptriesen** oder **-rippen** (juga primaria) genannt. Eine befindet sich auf der Mitte der Rückenfläche, Kielriese, je eine, oft größere, an der Fugennaht, Seitenriese, und je eine beiderseits zwischen beiden, Mittelriese (Fig. 418, 1, 2 und 3.). Bei der Zahl von neun Rippen sind die fünf kleineren wieder die Hauptriesen (Fig. 419, 1, 2 und 3.), die vier mit denselben abwechselnden größeren heißen die **Nebenriesen** (juga secundaria, Fig. 419, 4 und 5.). Oft sind die Rippen mit eigenthümlichen Anhängseln versehen; nämlich mit Stacheln oder Stachelkämmen (Fig. 419.) oder mit Flügeln (Fig. 418.). **4.** Die **Thälchen** oder **Rillen** (vallecŭlae[1]) oder die zwischen den Hauptriesen liegenden Vertiefungen (Fig. 418, B. 4, 4, 5, 5.), welche meist dunklere Streifen erkennen lassen, die auf dem Querschnitte als dunkle Punkte erscheinen und **Oelgänge** oder **Striemen** (vittae[2], Fig. 418, 4, 4, 5, 5, 6, 6.) genannt werden, weil es Intercellulargänge sind, in welchen ätherisches Oel enthalten ist (§. 48, II, 2).

Fig. 420.

a **Gliederfrucht** des vielfrüchtigen **Hufeisenkrauts** in natürlicher Größe.
b Ein Theil derselben vergrößert.

11) Die **Gliederfrucht** (§. 129, 11) findet sich nur in solchen Familien, welche einen langgestreckten Fruchtknoten besitzen, wie bei den Papilionaceen (Fig. 420.), wo sonst die Hülse die gewöhnliche Fruchtform ist, weßhalb bei ihnen die Glieder-

1) Diminutiv von vallis Thal. 2) vitta Binde.

frucht auch Gliederhülse genannt wird, und bei den Cruciferen (Fig. 421.), wo sonst die Schote Regel ist und die Gliederfrucht deßwegen auch Gliederschote heißt. Solche Fruchtknoten bekommen während ihrer Ausbildung zur Frucht zwischen den einzelnen übereinanderstehenden Samen Querscheidewände. Indem die letzteren bei der Reife sich spalten, zerfällt die Frucht in die einsamigen Mericarpien, welche hier immer die Form von Achenen (Nr. 3) haben.

Fig. 421. **Gliederfrucht** von *Raphanus raphanistrum*.

Literatur über Frucht und Samen. DeCandolle, Organographie végétale. Paris 1827. — Gärtner, De fructibus et seminibus plantarum. Stuttgart 1788. — Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse II. Berlin 1859. — Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig 1874. — Steinbrink, Untersuchungen über die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte. Bonn 1873.

VIII. **Der Samen** (semen), §. 131.

die infolge der Befruchtung (§. 127.) weiter ausgebildete Samenknospe (§. 124.), wenn der Embryo als Anlage einer neuen Pflanze in ihr entstanden ist.

A. **Theile des Samens.** Wir unterscheiden am Samen drei Haupttheile: die Samenschale, das Sameneiweiß und den Embryo. Die erstere und der letztere sind integrirende, niemals fehlende Bestandtheile, während viele Samen ohne Sameneiweiß sind.

1) Die **Samenschale** (testa [1]), die aus der Eihülle (§. 124.), bisweilen auch zum Theil aus dem Eikern entstandene äußere Bedeckung des Samens. Nur bei den Caryopsen (§. 130, 1) ist sie nicht von der Fruchthaut gesondert, weil sie mit dieser verwachsen ist. Ihrer Beschaffenheit nach ist sie entweder häutig, besonders bei denjenigen Pflanzen, wo der Samen in einer harten Nuß, Achene oder einem Steinkern eingeschlossen bleibt und daher durch diese Umhüllung den erforderlichen Schutz erhält (z. B. Wallnuß, Eichel, Mandel). Dagegen übernimmt bei den Springfrüchten (§. 129.) und wohl auch bei den Beeren, wo die Samen die Frucht verlassen, die Samenschale diesen Schutz und ist demgemäß von festerer Beschaffenheit, nämlich lederartig (Erbsen, Bohnen), krustig (Mohn), knochenhart (Weinstock). Bei manchen Beeren ist ihre innere Schicht hart und trocken, ihre äußere beerenartig saftig gleich dem Fleisch der Beere, z. B. bei den Ribesiaceen. Bisweilen haben die Epidermiszellen aufquellbare Verdickungsschichten (S. 56), so daß der Samen bei Benetzung von einer Schleimschicht eingehüllt wird; so bei der Quitte, bei *Plantago*, *Linum* ꝛc. Die Samenschalen zeichnen sich überhaupt durch sehr eigenthümlich gebaute Zellen aus. Meistens ist die Zahl ihrer Zellschichten größer als die der Integumente, indem in den Zellen der letzteren tangentiale Theilungen stattfinden. Die einzelnen Zellschichten nehmen dann eine sehr verschiedene Ausbildung an. Oft giebt es eine oder mehrere Schichten, die aus Prismenzellen bestehen, deren langer Durchmesser senkrecht zur Samenoberfläche steht und deren Membranen meist sehr stark und oft in sonderbarer Weise verdickt sind; bald ist es die Epidermis des Samens, bald eine tiefer liegende Schicht, welche diese Ausbildung annimmt (Fig. 422, A). Diese Zellen sind besonders stark quellbar und leisten daher beim Aufquellen der Samen Dienste. Außer den Prismenzellen kann noch eine oder die andere Schicht engerer Zellen ebenfalls verdickte Membranen haben, aber in anderer Form. Andere Schichten bestehen dagegen aus dünnwandigen Zellen, welche durch die Ausdehnung der übrigen Samentheile zusammengepreßt sind, daher zerknitterte Zellmembranen haben und mehr oder weniger undeutlich erscheinen (Fig. 422, C, zs). Die Rauhigkeiten der Samenoberfläche (s. unten) kommen entweder dadurch zustande, daß gewisse Epidermiszellen über die anderen hervorwachsen (Fig. 422, C) oder dadurch, daß die Cuticula (§. 53.)

1) Eigentlich das Geschirr, dann die Schale der Schalthiere, in der Botanik die Schale des Samens.

§. 131.

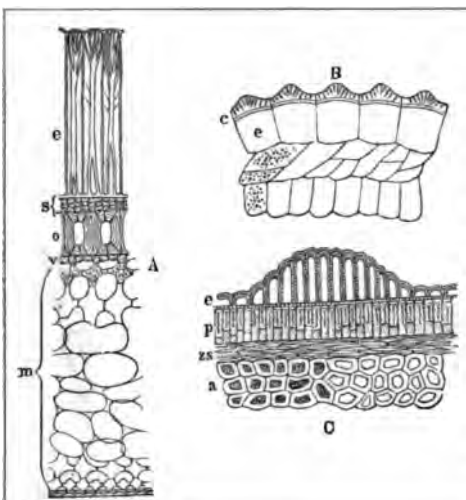


Fig. 422.

Bau der Samenschalen.

A Stück eines Querdurchschnittes durch die Samenschale des Kürbis. e Epidermiszellen mit eigenthümlich verdickten Membranen. s, o, v und m verschieden gebaute Schichten der Samenschale (vgl. den Text). 120fach vergrößert. Nach Fickel.

B Stück eines Querdurchschnittes durch die Samenschale von *Convolvulus*. e Epidermis, c Cuticula, deren Verdickungen die Unebenheiten der Samenoberfläche bedingen. 120fach vergrößert. Nach Lohde.

C Stück eines Querdurchschnittes durch die Samenschale von *Portulāca oleracea*. e Epidermiszellen, deren ungleiche Größe die Unebenheiten der Samenoberfläche bedingen. p palisadenförmige Zellen. zs Schicht dünnwandiger zusammengeknitterter Zellen. a Sameneiweiß. 120fach vergrößert. Nach Lohde.

sich local stark verdickt und hohe Hervorragungen bildet, ähnlich wie an Pollenkörnern; so bei Convolvulaceen (Fig. 422, B). Eigenthümlich verhält sich die Samenschale von *Oxālis*, indem hier eine innere Schicht die gewöhnliche Ausbildung einer krustigen harten Schale annimmt, während eine äußere Schicht eine dehnsame, elastische durchscheinende Haut darstellt, welche mit dem Nabelstrang fest zusammenhängt und zuletzt unter hoher Spannung steht, so daß sie endlich zerreißt und den Samen mit einem Ruck abstreift, wodurch dieser aus der Kapsel herausgeschleudert wird.

Die Oberfläche der Samenschale ist entweder glatt, z. B. bei den Papilionaceen, den meisten Cruciferen und vielen anderen Pflanzen, dabei bisweilen glänzend (z. B. *Amarānthus*). Oder sie zeigt zahlreiche kleine Rauhigkeiten, die hinsichtlich ihrer Form meist erst mittelst starker Lupe unterschieden werden können, z. B. eine Menge kleiner Zacken oder Wärzchen darstellen, die in concentrischen Linien geordnet sind (bei den Caryophyllaceen und Portulaccaceen), oder niedrige Leisten, welche netzförmig zu polygonalen Maschen verbunden sind (*Papāver*, Fig. 423.), oder erhabene, mit einander anastomosirende Schlangenlinien bilden (*Nicotiāna*) ꝛc.

Bei den meisten Pflanzen ist die Samenschale kahl, bisweilen an ihrer ganzen Oberfläche behaart (Baumwollenstaude), oder mit schuppenartigen Anhängen bekleidet (Rittersporn), oder geflügelt, d. h. ringsum mit einem Flügelsaum versehen (z. B. bei Bignoniaceen, bei *Lepidium marginātum*, Fig. 425.). Viel häufiger

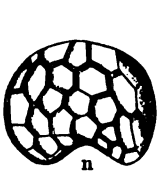


Fig. 423.

Samen des Mohns, mit netzförmigen Leisten auf der Samenschale. n Nabel. Vergrößert.

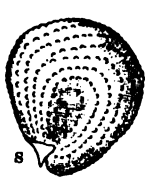


Fig. 424.

Samen des Portulak, mit in Reihen stehenden Wärzchen auf der Samenschale. s eine am Nabel sitzende Strophiole. Vergrößert.

Fig. 425.

Samen von Lepidium marginātum, mit geflügelter Samenschale. n Nabel. Vergrößert.

§. 131.

Fig. 426.
Samen einer Weide, mit Haarschopf, der vom Funiculus n ausgeht. Vergrößert.

Fig. 427.
Samen von Epilobium angustifolium, mit Haarschopf, der vom Chalazaende ausgeht, bei n Nabel. Vergrößert.

aber haben die Samen nur an einem Ende einen Haarschopf, der oft den Samen an Länge weit übertrifft und ihm als Flugapparat zur Verbreitung durch den Wind dient. Bei *Populus* und *Salix* (Fig. 426.) entwickeln sich diese langen seidenartigen weißen Haare am *Funiculus* (§. 124.), hüllen also die Samen ein. Die Samen von *Epilobium* Fig. 427.), welche anatrop sind, bekommen den Haarschopf am Chalazaende (§. 124.), sind also von demselben gekrönt, nicht eingehüllt. Die Haare sind hier in der Rinne der einwärts gerollten Kapselklappen eingeklemmt und werden, wenn diese sich auswärts biegen, auseinandergezogen und endlich losgelassen. Bei *Tamarix* und *Myricaria* befinden sich die Haare an einer kegelförmigen Verlängerung des Chalazaendes. An den anatropen Samen der Asclepiadeen sitzt der Haarschopf an der Mikropyle, ist aber rückwärts gerichtet, so daß er das untere Ende des Samens krönt.

Wenn die Samenknospe einen langen Nabelstrang (funiculus, §. 124.) hatte, so ist dieser am Samen oft noch vorhanden. Die Stelle der Samenschale, mit welcher der Samen am Nabelstrange oder an der Placenta befestigt war, heißt Nabel (umbilicus, Fig. 428, n). Er ist oft durch eine abweichende Beschaffenheit kenntlich, indem er entweder in einem Einschnitte liegt (z. B. beim Klee, bei den Caryophyllaceen ꝛc.) oder andere Farbe als die übrige Samenschale hat (z. B. Bohnen, Roßkastanie ꝛc). Neben ihm oder, bei orthotropen Samenknospen, ihm gegenüber ist bisweilen noch der Keimmund (§. 124. Fig. 428, p) als nadelstichartiger Punkt zu sehen. Manchmal bildet sich hier ein aus schwammigem Zellgewebe bestehender wulstförmiger Anhang, das Keimwülstchen (caruncula[1]), wie z. B bei den Euphorbiaceen (Fig. 430.) und Polygalaceen. Die Naht (raphe, §. 124.), die wir an den anatropen Samenknospen unterscheiden, ist an den aus solchen hervorgegangenen Samen als eine an der einen Seite herablaufende mehr oder weniger

Fig. 428.
Samen der Felddohne. n Nabel; p Keimmund.

Fig. 429.
Samen von *Viola tricolor*, im Längsdurchschnitt.
s die Strophiola, e Endosperm, in dessen Mitte der gerade, achsenständige Keimling. Vergrößert.

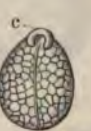


Fig. 430.
Samen von *Euphorbia helioscopia.*
c die Caruncula, von welcher aus die Naht herabläuft. Samenschale netzförmig gezeichnet. Vergrößert.

1) Diminutiv von caro Fleisch, also ein kleines Stückchen Fleisch.

§. 131. deutliche Linie zu bemerken. Auch an dieſer entſteht bisweilen eine fleiſchige Zellgewebewucherung, welche Nahtanhang (strophiola[1]) heißt. Dieſer kommt z. B. bei *Corydălis*, *Chelidonium*, *Viŏla*, *Asărum* ꝛc. vor (Fig. 429).

Bei manchen Pflanzen umgiebt eine vom Nabel ausgehende Neubildung, der Samenmantel (arillus[2]), den Samen mehr oder weniger als eine weiche lockere Hülle. Bei *Evonȳmus* iſt dies eine ſaftige orangerothe Maſſe, welche den Samen vollſtändig einhüllt. Bei der Muskatnuß ſtellt er eine zerſchlitzte, häutig fleiſchige Hülle dar, in welcher der Samen ſitzt; dieſer Samenmantel kommt unter dem Namen Muskatenblüte in den Handel. Der Samenmantel iſt nicht weſentlich verſchieden von den vorher unter dem Namen Haarſchopf, Caruncula und Strophiola angeführten Wucherungen und nur der ſtärkſte Grad derſelben.

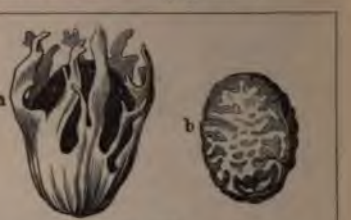


Fig. 431.
Samen der Muskatnuß.
a Noch vom Samenmantel (Muskatenblüte) umhüllter Samen. b Ohne Samenmantel, durchſchnitten, um das zerklüftete Eiweiß zu zeigen.

2) Das **Sameneiweiß** (albumen[3], §. 128. Fig. 429; 432; 434; 437, e), ein Parenchym, welches mit dem Embryo (3) zuſammen den von der Samenſchale umgebenen Raum einnimmt. Die Benennung Eiweiß ſtammt aus früherer Zeit, wo man dieſen Körper mit dem Eiweiß im Vogelei verglich. Sie giebt Anfängern leicht Veranlaſſung zu Mißverſtändniſſen, indem darunter oft der chemiſche Begriff gleichen Namens verſtanden wird, während das Sameneiweiß der Botaniker ein Zellgewebe iſt, in welchem allerdings außer anderen Stoffen auch Eiweißſtoffe als Beſtandtheile des Zellinhaltes vorkommen. Sie ſollte daher lieber vermieden und durch die gleich zu nennende ſpecielle Bezeichnung der Arten des Sameneiweißes, die wir unterſcheiden, erſetzt werden. Die Zellen dieſes Gewebes ſind reichlich mit Protoplasma, Aleuronkörnern (§. 37.), Stärkekörnern oder fettem Oel erfüllt. Dieſes ſind die Reſervenährſtoffe im Samen, welche zur erſten Ernährung des Keimlinges beim Keimen der Samen verwendet werden. Nach ſeiner Herkunft heißt das Sameneiweiß: **a. Endoſperm**[4] (§ 128.), wenn es innerhalb des Embryoſackes entſtanden iſt, wie bei den allermeiſten Pflanzen. **b. Periſperm**[5] (§. 128), wenn es außerhalb des Embryoſackes liegt, nämlich aus dem Eikern

Fig. 432.
Samen der Kornrade im Durchſchnitt.
s Samenſchale, k der ringfg gekrümmte peripheriſche Keimling, e das Endoſperm.

Fig. 433.
Samen der Feldbohne (die Samenſchale iſt nach Aufweichen im Waſſer abgezogen).
aa die zwei großen Samenlappen, der eine abgetrennt; d das Federchen des Keimlinges zwiſchen den Samenlappen; b das Würzelchen.

1) Diminutiv von strophium Binde, Kranz, Strick. 2) Wort von unbekannter Abſtammung. 3) das Weiße im Ei (von albus weiß). 4) zuſammengeſetzt aus ἔνδον inwendig und σπέρμα Samen. 5) zuſammengeſetzt aus περί um, herum und σπέρμα Samen.

entstanden ist. Nur aus Perisperm besteht das Sameneiweiß z. B. bei *Canna*. §. 131. Endosperm und Perisperm sind zugleich vorhanden bei den Piperaceen und Nymphäaceen. Samen mit Eiweiß werden eiweißhaltige Samen (semĭna albuminōsa) genannt. Wenn im reifen Samen das Eiweiß ganz fehlt d. h. das anfangs vorhandene Endosperm später wieder verdrängt wird, und der Embryo allein innerhalb der Samenschale sich befindet, so spricht man von eiweißlosen Samen (s. exalbuminōsa), wie z. B. bei den Schmetterlingsblütern, Kreuzblütern 2c. In diesem Falle sind die Kotyledonen sehr voluminös, machen den größten Theil des Samens aus und enthalten hier die Reservenährstoffe, welche sonst im Sameneiweiß vorhanden sind. Nach der Beschaffenheit, welche das Eiweiß beim Durchschneiden zeigt, und welche herrührt von der Dicke der Zellmembranen und der Natur des in den Zellen vorwiegend vorhandenen Reservenährstoffes, bezeichnet man dasselbe als steinhart, mit sehr stark verdickten harten Zellmembranen, wie bei manchen Palmen, hornartig, knorpelig oder fleischig, mit ebenfalls dickwandigen (Fig. 33.) aber weicheren Zellmembranen, wie bei der Dattel, bei den Liliaceen, Irideen, Primulaceen, Rubiaceen, ölig, mit minder dickwandigen, aber ölreiches Protoplasma enthaltenden Zellen (geben beim Zerquetschen auf Papier einen Oelfleck), wie bei den Papaveraceen, Umbelliferen 2c., mehlig, mit sehr dünnwandigen, reich mit Stärkekörnern erfüllten Zellen, daher auf dem Durchschnitte entweder schneeweiß oder auch von fester, sogenannter glasiger Beschaffenheit, wenn alle Stärkekörner sammt dem ganzen Zellinhalt zu einer compacten, keine lufthaltigen Lücken enthaltenden Masse zusammenhängen, wie z. B. bei den Gramineen, Polygonaceen, Chenopodiaceen, Caryophyllaceen. — Beim Epheu und bei der Muskatnuß ist das Endosperm durch viele gewundene Einschnitte zerklüftet, in welche sich die innere Schicht der Samenschale einschiebt (Fig 431); man nennt es in diesem Falle zernagt (albūmen [1]) ruminātum [2]).

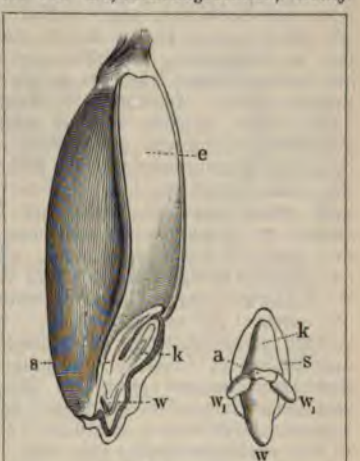


Fig. 434.
Weizenkorn im Durchschnitte.
e Endosperm; im Grunde desselben der excentrische, gerade Keimling k, welcher rechts besonders dargestellt ist in anderer Lage. k das einzige Keimblatt, welches das Knöspchen ganz umhüllt. a eine nebenblattartige Bildung des Keimblattes. s das Schildchen, bei den Gräsern ein dem Rücken des Keimblattes angewachsener Körper, welcher dem Endosperm anliegt und dieses bei der Keimung aussaugt. w die Hauptwurzel, w_1 die ersten Nebenwurzeln, welche sich später allein entwickeln.

3) Der **Embryo, Keimling, Keim** (§. 128; Fig. 429; 432; 434; 437, k), die Anlage der zukünftigen Pflanze, welche sich aus dem Keimbläschen der Samenknospe entwickelt hat (☞ §. 128.). Meistens läßt der Keimling schon im Samen diejenige äußere Gliederung in verschiedene Theile unterscheiden, die wir deutlicher an dem erstarkten Keimling nach der Aufkeimung erkennen (Fig. 440; 441.). Es sind dies folgende Theile (Fig. 433.):

a. die **Samenblätter, Samenlappen, Keimblätter, Kotyledonen** (cotyledŏnes [3]), das erste Blatt oder die beiden ersten Blätter des Keimlinges, welche von den später, nach der Keimung sich entwickelnden Laubblättern der Pflanze verschieden sind. In den Kotyledonen liegt einer der wichtigsten Unterschiede der

1) ☞ Seite 326, Note 3. 2) ruminäre wiederkäuen. 3) κοτύλη Höhlung, dessen erweiterte Form κοτυληδών Knochenhöhle, Pfanne, auch Nabelkraut (*Cotylēdon umbilīcus* L.). Vielfach ist auch die von Buttmann vorgeschlagene Form κοτύλη angenommen und so sind die längeren Wörter verkürzt in *Cotylen*, *Monocotylen* und *Dicotylen*.

§. 131. beiden Klassen, in welche die angiospermen Phanerogamen zerfallen, indem bei der einen Klasse, den Spitzkeimern oder einsamenlappigen Pflanzen oder Monokotyledonen (monocotyledŏnes[1]) der Keimling ein einziges Samenblatt besitzt, welches meist als ein scheidenförmiges Blatt wie eine nach oben spitz zulaufende Kappe den Keimling ganz umfaßt, bei der anderen Klasse, den Blattkeimern oder zweisamenlappigen Pflanzen oder Dikotyledonen (dicotyledŏnes[2]) zwei distincte, einander gegenüberstehende Samenlappen vorhanden sind. In ihrer Form und Ausbildung zeigen dieselben sehr große Verschiedenheiten. Diese beruhen vor allem darauf, ob der Samen eiweißhaltig ist oder nicht. Im letzteren Falle sind die Kotyledonen die Behälter der Reservenährstoffe und daher voluminös, oft den weitaus größten Theil des ganzen Samens ausmachend (Fig. 433.), von dicker fleischiger Form. Hinsichtlich der Reservenährstoffe, welche solche Kotyledonen enthalten, treten ungefähr dieselben Verhältnisse wie beim Sameneiweiß auf; am gewöhnlichsten ist hier ein großer Gehalt an fettem Oel (wie z. B. bei den Cruciferen); in anderen Familien enthalten die Kotyledonen Stärkemehl, wie bei den Cupuliferen und vielen Papilionaceen. Sind die Samen eiweißhaltig, so hat der Keimling meist wenig voluminöse, dünne und blattartige Kotyledonen. Ueberhaupt ist die Gestalt der Kotyledonen mannichfaltig. Sie liegen im Samen aufeinander und sind, zumal in eiweißlosen Samen, oft planconvex, bisweilen außerordentlich dick und dann bei manchen Pflanzen mehr oder weniger mit einander verwachsen, wie bei der Roßkastanie und der eßbaren Kastanie. Schmal linealisch sind sie bei *Spergula* und anderen Caryophyllaceen, bei den meisten Pflanzen elliptisch, oval oder rundlich; nierenförmig bei der Rothbuche, herzförmig bei der Linde, an der Spitze ausgerandet bei *Brassica*, dreitheilig bei der Gartenkresse. Meistens sind beide Kotyledonen einander gleich; bei *Trapa* haben sie sehr ungleiche Größe. Der monokotyle Embryo der Gramineen hat ein großes schildförmiges Anhängsel, das sogenannte Schildchen (scutĕllum) auf dem Rücken des Kotyledons, mit welchem er dem Endosperm anliegt (Fig. 434.).

b. das **Würzelchen** (radicŭla), das unterhalb der Ansatzstelle der Samenlappen befindliche mehr oder minder kegelförmige untere Ende des Keimlinges, welches die Anlage der Wurzel darstellt. Indeß gehört nicht der ganze unterhalb der Kotyledonen befindliche Theil zum Würzelchen, weil das unmittelbar darunter liegende Stück das erste Internodium des Stengels ist, welches die Kotyledonen trägt. Darum wird dieses Stück das **hypokotyle Glied** (§. 66.) genannt.

c. das **Federchen** oder **Knöspchen** (plumŭla[3]), der von den Keimblättern bedeckte, das obere Ende der Keimaxe bildende Theil, welcher die Anlage des über den Boden sich erhebenden Stengels und der ersten Blätter desselben darstellt. Im Samen ist dieser Theil bisweilen noch gar nicht vorhanden, indem nur der Vegetationspunkt (§. 66.) des Stengels schwach angedeutet ist, oder er zeigt wenigstens eine sehr unbedeutende Entwickelung. Andererseits können von der Plumula auch schon ein oder mehrere Blätter deutlich vorhanden sein, wie z. B. bei den Bohnen (Fig. 433, d).

Bei wenigen Phanerogamen sind im reifen Samen am Keimling die genannten Organe nicht unterscheidbar; derselbe ist nämlich nur ein kugeliges oder längliches Körperchen, an welchem eine äußere Gliederung in Organe nicht vorhanden ist, also namentlich die Kotyledonen fehlen. Einen solchen unvollkommenen Keimling oder embrўo acotyledonĕus[4] haben z. B. die Orchideen, Orobancheen und Cuscuteen.

Hinsichtlich seiner Lage im Samen ist der Keimling entweder gerade (embrўo rectus) oder gekrümmt (e. curvātus) und zwar entweder ungefähr kreisförmig, wie bei vielen Chenopodiaceen und Caryophyllaceen (Fig. 432.) oder halbkreisförmig, wie bei den Solaneen, oder spiralig, wie bei *Cuscŭta*, *Salsŏla* (Fig. 435.). Bei den Papilionaceen und Cruciferen ist der Keimling nur so gekrümmt, daß das Würzelchen an der Ansatzstelle der Kotyledonen umgeschlagen ist (Fig. 433.). Dabei heißen die Samenlappen entweder anliegend (cotyledŏnes accumbĕntes) oder

1) Zusammengesetzt aus μόνος und κοτυληδών ☞ Seite 327, Note 3. 2) zusammengesetzt aus δίς doppel und κοτυληδών ☞ Seite 327, Note 3. 3) Diminutiv von pluma Feder. 4) zusammengesetzt aus α privativum und κοτυληδών ☞ Seite 327, Note 3.

aufliegend (c. incumbēntes), je nachdem das Würzelchen auf der Spalte derſelben (Fig. 433.) oder auf der Rückenfläche eines der beiden Samenlappen liegt.

Sowohl beim geraden wie beim gekrümmten Embryo ſind die Kotyledonen meiſt flach (cotyledŏnes planae). Sie kommen auch gefaltet (c. plicātae) vor; z. B. bei manchen Cruciferen, wo ſie dem Würzelchen aufliegend ſind und der Länge nach rinnenförmig ſo gefaltet ſind, daß das Würzelchen in der Falte liegt; mehr unregelmäßig in viele Falten zuſammengelegt ſind die Samenlappen bei *Acer*, *Malva*, *Convolvŭlus* (Fig. 436.) ꝛc.

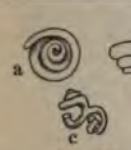


Fig. 435.

Spiralig gekrümmter Keimling von *Salsŏla kali*.

a Das Würzelchen liegt auswendig kreisförmig um die ſpiralig gerollten Kotyledonen. b Lage derſelben Theile von der Seite geſehen. c Das Würzelchen iſt zum größten Theile abgeſchnitten, die Kotyledonen etwas auseinandergezogen, um ihre ſpiralige Rollung zu zeigen. Vergrößert.

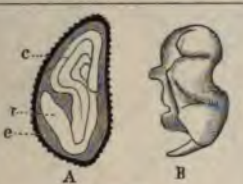


Fig. 436.

Samen von *Convolvŭlus*.

A im Durchſchnitt, um den gekrümmten Keimling mit den gefalteten Kotyledonen c zu zeigen. r Würzelchen. e Endoſperm.

B Der aus dem Endoſperm herausgelöſte Keimling mit den großen aufeinanderliegenden gefalteten Kotyledonen. Vergrößert.

Fig. 437.

Samen von *Ampelŏpsis hederacĕa* im Durchſchnitt.

e Endoſperm. k der ſehr kleine an dem der Mikropyle zugekehrten Ende des Endoſperms liegende gerade, achſenſtändige Keimling. Vergrößert.

Auch die Lage des Keimlings zum Sameneiweiß iſt zu berückſichtigen. In dieſer Beziehung heißt der Keimling 1) achſenſtändig (embryo centrālis[1] oder axīlis[2]), wenn er ringsum vom Eiweiß umgeben iſt, wie bei den meiſten Pflanzen mit eiweißhaltigen Samen, wobei er bald die ganze Längsachſe (Fig. 429.), bald nur das der Mikropyle zugekehrte Ende des Endoſperms einnimmt (Fig. 437.), 2) excentriſch (e. excentrĭcus, Fig. 434), wenn er außerhalb des Sameneiweißes liegt, ſo daß er nach außen an die Samenſchale, nach innen an das Eiweiß grenzt, wie bei allen Gramineen, und 3) peripheriſch (e. peripherĭcus, Fig. 432.), wenn er dieſelbe Lage hat, aber dabei kreisförmig gekrümmt iſt, ſo daß er das Eiweiß rings umgiebt, wie bei den Caryophyllaceen und Chenopodiaceen. Nicht ſtreng peripheriſch iſt dagegen der halbkreisförmig um das Endoſperm gekrümmte Keimling der Solaneen, weil hier noch eine dünne Schicht Endoſperm zwiſchen ihm und der Samenſchale liegt.

Bei wenigen Angioſpermen kommt das Verhältniß der Polyembryonie[3] vor, d. h. die Erſcheinung, daß in einem Samen mehrere Embryonen vorhanden ſind. Nach Straßburger beruht dies darauf, daß Sproſſung von Zellen des Nucleus in die Höhle des Embryoſackes hinein ſtattfindet und daraus Pſeudoembryonen ſich entwickeln; ſo bei *Funkia ovāta*, *Nothoscōrdum fragrans* und *Citrus*; bei letzterer kann die Zahl dieſer Sproſſungen 30 – 50 und mehr erreichen. Doch werden deren in der Regel nur wenige zu Embryonen und auch von dieſen erreichen die meiſten nur unvollkommene Ausbildung.

B. Entwickelung des Embryo. Wie oben (§. 128.) bemerkt, entwickelt ſich §. 132.
die befruchtete Eizelle zuerſt zu einem Vorkeim, d. i. eine durch Quertheilungen entſtandene meiſt kurze Reihe von zwei oder mehreren Zellen, welche an ihrem der Mikropyle zugewandten Ende mit der Scheitelgegend des Embryoſackes verwächſt und mit ihrem freien Ende nach dem Grunde des letzteren hingekehrt iſt. Aus der an dieſem Ende liegenden abgerundeten Zelle entwickelt ſich der größte Theil

1) In der Mitte (centrum) liegend. 2) in der Achſe (axis) liegend. 3) zuſammengeſetzt aus πολύς viel und embryo Keimling.

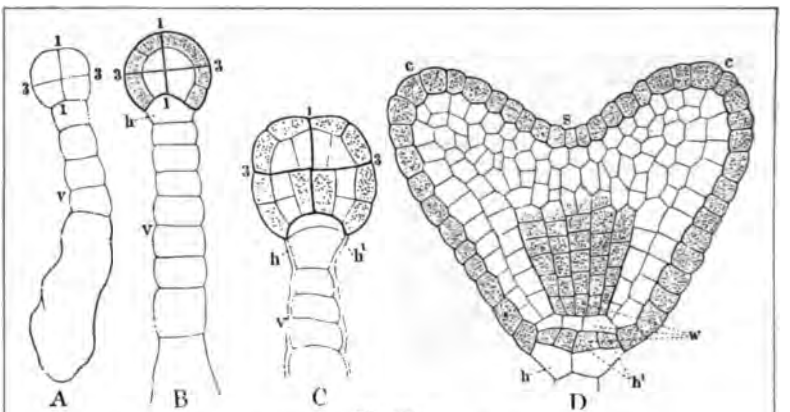


Fig. 438.

Entwickelung des Embryo bei Dikotyledonen (*Capsella bursa pastoris*).

A—D Verschiedenalterige Entwickelungsstadien; die Figuren sind in organisch aufrechter Stellung dargestellt, d. h. ihr unteres Ende ist das der Mikropyle zugekehrte. Die nähere Erläuterung ist im beistehenden Text zu finden. v Vorkeim; die kugelige Endzelle des Vorkeims, aus welcher sich der Embryo entwickelt, theilt sich zuerst durch die Längswand 11; die dann auftretende zweite Wand, welche eine die vorige rechtwinklig schneidende Längswand ist, liegt in der Ebene des Papieres. Die dritte Wand ist die Querwand 33. h die Hypophysenzelle, h_1 die von dieser abgegrenzte obere Hypophysenzelle, welche zur Wurzelanlage des Embryo (w in D) verwendet wird. In D bedeutet s den Scheitel der Axe des Embryo, c c die Anlage der Kotyledonen. In B, C und D ist das Dermatogen und Plerom dunkel ausgeführt. Vergrößert. Nach Hanstein.

§. 132. des Embryo. Soweit bis jetzt beobachtet, scheinen die ersten Zelltheilungen, die in dieser Zelle stattfinden, bei Monokotyledonen und Dikotyledonen gleich zu sein. Als Repräsentant der letzteren mag hier *Capsella bursa pastoris* (Fig. 438.) dienen. Hier bildet sich zuerst eine Längsscheidewand, auf welche dann eine dieselbe kreuzende zweite folgt, so daß vier neben einander liegende Längsquadranten entstehen. Hierauf folgt in allen vier Zellen je eine Querwand, und es resultiren daraus acht Oktanten, die in ihrer Gesammtheit das Embryokügelchen am Vorkeimfaden bilden. Nun werden durch tangentiale Theilungen in den Oktantenzellen äußere Zellen gebildet, welche fortan nur noch in die Fläche wachsen und durch Radialtheilungen sich vermehren, als Anlage des Dermatogens (§. 51.), während die inneren Füllzellen durch ihr allseitiges Wachsthum und ihre weiteren Theilungen die inneren Gewebe des künftigen Embryokörpers liefern, und sehr bald durch ihre Längstheilungen zur Differenzirung von Periblem und Plerom (§. 51.) führen. An der Bildung des Embryo nimmt aber auch noch Theil eine zwischen dem Embryokügelchen und dem Vorkeimfaden liegende letzte Zelle des letzteren, die man Hypophyse[1] nennt. Aus ihr geht nämlich die Wurzelanlage des Embryo hervor. Sie theilt sich zunächst in zwei Zellen, eine obere und eine untere; nur aus der ersteren wird die Wurzelanlage gebildet, die andere betheiligt sich nicht am Embryo. Diese obere Hypophysenzelle zerfällt nämlich wiederum durch eine Querwand in zwei Zellen, deren äußere sich als Dermatogen an das des Embryokügelchens anschließt, während die innere die Fortsetzung der inneren Gewebe des letzteren liefert. Die aus der Hypophyse entstandenen Dermatogenzellen erleiden aber weitere später sich wiederholende tangentiale Theilungen, wobei die äußeren Zellen zur Wurzelhaube werden, die inneren als Dermatogen verbleiben und denselben Theilungsproceß wiederholen (☞ §. 51, II. 1, c). Der Embryokörper vergrößert sich nun, indem seine Zellen eine lebhafte Vermehrung in der bezeichneten Weise erleiden. Bald nimmt der Körper eine zweilappige Form an, indem neben seinem gegen den Grund des Embryosackes gekehrten Scheitel zwei große Protuberanzen,

1) Zusammengesetzt aus ὑπό unter und φύειν entstehen.

die Anlagen der beiden Kotyledonen auftreten. Sie entsprechen zwei gegenüber- §. 132.
liegenden Oktantenzellen des jungen Embryokügelchens; die Kotyledonen werden also bereits durch die Oktantentheilungen vorgezeichnet. Erst wenn die beiden Kotyledonen größere Dimensionen angenommen haben, wird zwischen ihnen am ursprünglichen Scheitel des Embryokörpers der Vegetationskegel des Stengelchens als ein Höcker angelegt. — Die Entwickelung des monokotyledonen Embryo von *Alisma*

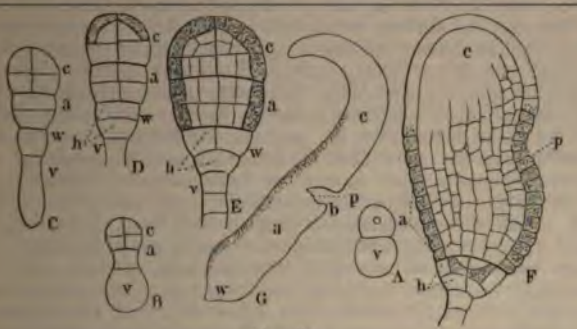


Fig. 439.

Entwickelung des Embryo bei Monokotyledonen (*Alisma*).

A–G nach der Reihenfolge der Buchstaben aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien. Stellung der Figuren wie in Fig. 438. In A ist die Eizelle erst durch eine Querwand getheilt, wodurch die Vorkeimzelle v abgegrenzt ist. In B hat sich die Endzelle c in Oktanten getheilt, von denen eine Längswand und die Querwand sichtbar sind; vom Vorkeim hat sich noch eine Zelle u abgegrenzt, und in C ist dazu noch eine zweite Zelle w vom Vorkeim v getreten. Diese beiden Zellen betheiligen sich mit an der Bildung des Embryo, und zwar entsteht, wie aus D, E und F ersichtlich, aus a der untere Theil des Embryokörpers und aus w die Hypophyse h, welche die Wurzelhaube liefert. In den Theilen c und a finden dann weitere Zelltheilungen statt, durch welche das Dermatogen (in den Figuren dunkel ausgeführt) und die Binnenzellen des Embryo angelegt werden. Aus F ist ersichtlich, daß der ganze Theil c zum Kotyledon wird; bei p die Gegend, in welcher die Knospe des Stengels entsteht. G ist ein weiter entwickelter Embryo, schwächer vergrößert, als die übrigen Figuren; a, c, p bedeuten dasselbe wie in F, b die Anlage des ersten Blattes der Knospe, w Wurzelanlage. Nach Hanstein.

(Fig. 439.) zeigt in der Hauptsache dieselben Verhältnisse in der Theilung der Endzelle, aus welcher der Hauptheil des Embryokörpers hervorgeht, und in welchem wiederum durch tangentiale Theilungen der Zellen das Dermatogen schon anfangs von den Füllzellen abgegrenzt wird. Als Hypophyse fungiren hier zwei Segmentzellen des Vorkeims, welche die Schlußgruppe des Dermatogens und Periblems der Wurzel sowie den Anfang der Wurzelhaube liefern. Bei manchen Monokotyledonen kommen auch Abweichungen hiervon insofern vor, als z. B. gar kein Vorkeim gebildet wird, indem die Keimzelle nur einmal sich quertheilt, und dann in beiden Segmentzellen die Längstheilungen eintreten, welche zur Bildung des Embryokügelchens führen (z. B. bei *Pistia*). Die äußere Gliederung des monokotyledonen Embryo beginnt damit, daß der ovale oder längliche Körper beim Wachsthum eine seitliche Grube bekommt. Der ganze darüber liegende terminale Theil ist die Anlage des einzigen Kotyledons. In der Grube bildet sich erst später das Knöspchen. Zuvor beginnt sich die untere Böschung der Grube etwas emporzuwölben. Dieser Gewebshügel ist der Scheitel des ersten Knospenblattes, welches dem Kotyledon gegenübersteht. An seiner nach innen gekehrten Böschung erscheint dann nach vor der Samenreife ein neuer Höcker, welcher den Stammscheitel darstellt oder wohl auch das zweite Knospenblatt ist, indem der Stammscheitel noch später auftritt. Es geht hieraus hervor, daß in dem jungen Embryokörper, noch bevor eine äußere Gliederung in Organe an ihm zu bemerken ist, bereits diejenige Gewebedifferenzirung eintritt, durch welche Dermatogen, Periblem und Plerom sich sondern. Wenn also in der Folge die Ausgliederung des Körpers in die einzelnen Theile des Keimlinges stattfindet, so ist auch hier analog wie bei allen Organbildungen der entwickelten Pflanze, das Binnengewebe das eigentlich

Active, indem es durch sein Wachsthum die Protuberanzen, in denen die Kotyledonen, die ersten Blätter und die Axe des Knöspchens zuerst in die Erscheinung treten, veranlaßt, während das Dermatogen nur nach Bedarf der Flächenentwickelung dieser Theile sich erweitert (☞ §. 51, II, 1). Bei *Orobänche* und *Monotrŏpa*, welche einen unvollständigen, akotyledonen Embryo (§. 131.) haben, entspricht derselbe in den Zelltheilungen bei seiner Entwickelung einem normalen dikotyledonen Embryo, der nicht über sein jugendliches Stadium hinausgekommen ist. Was die äußere Gliederung des Embryo anlangt, so ergiebt sich aus dem Vorhergehenden, daß das gewöhnliche Schema der Entstehung der verschiedenen Organe aus einander, wie es bei der erwachsenen Pflanze gültig ist, hier nicht zutrifft. Denn das noch in keine Organe äußerlich differenzirte Embryokügelchen kann man nicht als Axenorgan, als Anlage des Stengelchens betrachten, sondern es ist noch ein indifferentes Gebilde. An diesem differenziren sich nun aber die Kotyledonen zuerst, bei Monokotyledonen ist sogar der ganze obere Theil des Körpers der Kotyledon, aus dessen Basis dann das zweite Blatt unmittelbar seinen Ursprung nimmt, und immer erscheint die Anlage des Stengelvegetationspunktes erst nach diesen ersten Blattbildungen. Nach der gewöhnlichen Definition von Blatt, nach welcher dasselbe immer ein Erzeugniß eines präexistirenden Stengelorganes ist, könnte man die Kotyledonen und bei Monokotyledonen selbst die ersten Blätter des Knöspchens nicht als Blätter betrachten, obgleich sie nachträglich ganz das Aussehen von Blättern annehmen. Manche Botaniker sehen daher nicht bloß das Embryokügelchen als Thallomgebilde (§. 65.), sondern auch die Kotyledonen als Thallomlappen an und setzen den Beginn von Caulom und Phyllom erst in die Zeit, wo der Vegetationskegel des Stengelchens mit seinen als seitliche Bildungen auftretenden Blättern erscheint, entgegen der gewöhnlichen Auffassung, wonach die Kotyledonen Blätter und der Rumpf des Embryo, an welchem sie sitzen (hypokotyles Glied §. 66.) Axenorgan ist. Im Grunde sind beide Auffassungen von keiner tiefgehenden Verschiedenheit, denn Thatsache bleibt, daß die äußere Gliederung in Organe im ersten Entwickelungsstadium der phanerogamen Pflanze noch nicht so scharf ist und noch nicht genau nach den Regeln erfolgt, wie in den späteren Stadien. Es ist dies den Phanerogamen noch von den niedrigeren Pflanzenklassen überkommen, von denen in der Entwickelung des Pflanzenreiches die Phanerogamen abstammen; denn auch dort haben immer die ersten Stadien der Embryonen keinen in Caulom und Phyllom differenzirten Charakter, und noch tiefer, bei den Moosen, wird aus dem Embryo überhaupt noch kein differentes Caulom oder Phyllom, sondern die morphologisch-indifferente Mooskapsel. Es ist das also nur ein Ausdruck des allgemeinen Satzes, daß auf den frühesten Entwickelungsstadien der lebenden Wesen die Verhältnisse niedrigerer Klassen sich wiederholen oder Anklänge an dieselben sich zeigen.

§. 133. C. Die **Ausstreuung der Samen.** An den Früchten und Samen bestehen mannichfaltige Einrichtungen, welche eine günstige und möglichst weite Ausstreuung der einzelnen Samen und somit der in ihnen enthaltenen Keime zur ziemlich sicheren Folge haben. Wenn Früchte zahlreiche Samen enthalten, so sind sie meist als Springfrüchte (§. 129.) ausgebildet, aus welchen die Samen einzeln sich lösen. Kapseln, welche besonders viele und kleine Samen enthalten, öffnen sich meist nur an ihrer Spitze mit Zähnen (wie bei *Cerastium*, *Holostéum* und vielen anderen Caryophyllaceen) oder mit kleinen Löchern (wie beim Mohn und bei den Glockenblumen), so daß sie wie Streubüchsen ihren Inhalt nur allmählich entlassen, und eine Vergeudung des Samens durch plötzliches vollständiges Entleeren vermieden wird. Bei den elastisch aufspringenden Kapseln (§. 130.) wird durch die Schleuderkraft eine möglichst weite Verstreuung der Samen bewirkt. Eine ungleich weitere Verbreitung der Samen wird erzielt, wenn die Früchte Beeren oder Steinbeeren, oder beerenartige Scheinfrüchte sind, welche ihrer saftigen und schmackhaften Beschaffenheit wegen den Menschen und besonders vielen Vögeln zur Beute werden, so daß die Samen erst an weiter entfernten Orten wieder abgesetzt werden. Bei Pflanzen mit einsamigen Früchten, als Achenen, Nüssen und Caryopsen, löst sich die Frucht selbst von der Pflanze, um ihren einzigen Samen an den Ort seiner Bestimmung zu bringen; dasselbe Princip finden wir auch bei den Mericarpien,

in welche die Spaltfrüchte (§. 129.) zerfallen, indem dieselben einsamig sind. Nicht selten sind diese einsamigen Früchte und Theilfrüchte mit Bildungen ausgestattet, welche ihre weite Verbreitung außerordentlich begünstigen: dieses sind entweder zur Verbreitung durch den Wind bestimmte Flugapparate in Gestalt von Haarkronen (§. 129.) bei vielen Compositen, oder von flügelartigen häutigen Rändern bei den Flügelfrüchten (§. 130, 4). Oder es sind Haftorgane, vermittelst deren sie sich leicht an fremden Gegenständen (Wolle der Thiere, Waarenballen, Kleidungsstücken) anhängen und so durch diese verschleppt werden. Diesen Dienst leisten: Widerhaken, wie bei den Kletten und bei *Xanthium* an den Involucralblättern (S. 234), bei *Geum* am Griffel (S. 313), bei *Agrimonia*, *Circaea* ꝛc an der ganzen Frucht; Dornen, wie an den Theilfrüchten von *Caucalis*, der Pappus von *Bidens* (Fig. 394.); Kämme, wie an den Theilfrüchten von *Daucus*. Aehnliche Bildungen sind auch an manchen Samen, die aus Kapselfrüchten ausfliegen, zu bemerken; so werden besonders die mit Haarschopf (§. 131.) versehenen Samen durch den Wind sehr weit verbreitet.

Auch die Vertiefung der Samen in den Boden, also das Gelangen derselben an den für ihre Keimung und für die Weiterentwickelung des Keimpflänzchens geeigneten Ort, wird durch die Beschaffenheit der Samen, beziehendlich der abfallenden einsamigen Schließfrüchte befördert. An und für sich ist schon die weit verbreitete kugelrunde oder der Kugelform sich nähernde Gestalt der genannten Körper ein Umstand, der ihr Fortrollen an die tiefsten Stellen unfehlbar zur Folge hat. Ein wirkliches Einbohren des Samens in den Boden findet bei den Früchten der Geraniaceen statt, infolge der hygroskopischen Beschaffenheit des Griffelantheiles, mit welchem hier jedes Früchtchen geschwänzt ist (S. 321). Dieser Körper krümmt sich beim Austrocknen in Spiralwindungen, und gleicht dieselben beim Feuchtwerden wieder aus. Auf der Erdoberfläche treten daher mit dem hier immer stattfindenden Wechsel der Feuchtigkeit die Torsionen in Thätigkeit, wobei der gerade bleibende Endtheil sich auf dem Boden aufstützt, so daß die am anderen Ende sitzende Frucht in geneigter Stellung gegen den Boden gedrückt und bei Fortgang der Torsionen weiter in denselben hineingeschoben wird. Ganz dieselben Wirkungen haben auch die an den Spelzen mancher Gräser befindlichen Grannen, besonders bei den *Avēna*-Arten, wo sie kniefömig gebogen, im oberen freien Theile gerade sind, im unteren spiralige Windungen zeigen, welche sich bei Feuchtigkeit und Trockenheit auf- und zudrehen, wodurch dieselbe Bewegung und Vertiefung der an der Granne sitzenden Frucht in den Boden zustande kommt, wie bei *Geranium*. Zudem sind sowohl die Storchschnabelfrüchte, wie die Spelzen von *Avēna* mit steifen aufwärts gerichteten Borsten bekleidet, welche das Vorwärts- also Abwärtsgleiten des Körpers leicht gestatten, indem sie sich dabei an den letzteren andrücken, aber in der entgegengesetzten Richtung wie Widerhaken wirken, so daß die Frucht zwar immer weiter abwärts, aber nicht wieder zurück kann. Dieser letztere Mechanismus ist übrigens bei den Gramineen, auch wo keine hygroskopischen Einbohrungsbewegungen stattfinden, sehr verbreitet: bekannt ist das Verhalten der Gerstenähren, welche, wenn man sie aufrecht in eine Kleidertasche steckt, darin immer weiter hinabrutschen, dagegen umgekehrt hineingesteckt sehr bald von selbst wieder herauskommen.

Literatur über Samen. Außer den oben (S. 323) genannten allgemeinen Schriften sind bemerkenswerth a) über Entwickelung des Embryo: Hanstein, Botanische Abhandlungen I. Heft. Bonn 1870. — Hegelmaier, Bot. Zeitg. 1874. Nr. 39 ff. — Westermaier, Flora 1876. Nr. 31 ff. — Koch, Entwickelung des Samens der Orobanchen, in Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. XI. — Nägeli, Scheitelwachsthum der Phanerogamen, in Bot. Zeitg. 1878, pag. 124. — b) über Bau der Samenschalen: Schleiden, Grundzüge der wissensch. Botanik. Leipzig 1849, pag. 383 ff. — Lohde, Entwickelungsgeschichte und Bau einiger Samenschalen. Naumburg 1874. — Sempolowski, Beiträge zur Kenntniß des Baues der Samenschale. Leipzig 1874. — Haberlandt, in Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 18. Januar 1877. — F. v. Höhnel, in Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 6. April 1876. — Fickel, in Bot. Zeitg. 1876. Nr. 47 ff. — Nobbe, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876. — c) über Ausstreuung der Samen ꝛc.: Hildebrand, in Bot. Zeitg. 1872. Nr. 1, 15 u. 16, 49—52 und Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. IX.

IX. Keimung.

Unter den in der Physiologie näher zu besprechenden Bedingungen der Keimung §. 134.
keimen die Samen, d. h. der bis dahin ohne Lebensäußerungen in Samen ruhende

§. 134. Keimling beginnt zu wachsen und zu erstarken zur neuen jungen Pflanze. Die morphologischen Erscheinungen dieses Processes sind folgende. Nachdem der Samen durch Quellung (Aufnahme von Wasser) sein Volumen mehr oder weniger vergrößert hat, tritt zuerst stets das Würzelchen (§. 131.) des Embryo oder die an deren Stelle sich entwickelnden Nebenwurzeln aus der Samenschale, die dadurch gesprengt wird, hervor und wenden sich bei weiterem Längenwachsthum allmählich nach abwärts in den Boden. Bei den Dikotyledonen ist es nämlich ziemlich allgemein Regel, daß das im Samen angelegte Würzelchen sich weiter entwickelt zu der Haupt- oder Pfahlwurzel des Keimpflänzchens (Fig. 441, A u. B), und daß an diesen dann weitere Verzweigung durch Bildung von Seitenwurzeln (§. 95.) eintritt. Die meisten Monokotyledonen entwickeln dagegen ihre am Embryo angelegte Hauptwurzel nicht weiter, sondern treiben aus dem untern Ende der Keimaxe Nebenwurzeln (§. 95.), welche beim Keimen zu mehreren aus dem Samen hervortreten (Fig. 440.). Doch bildet sich auch bei manchen Monokotyledonen die Hauptwurzel bis zu einer gewissen Länge aus und läßt Seitenwurzeln aus sich hervortreten, wie z. B. beim Mais. Erst wenn die Wurzelbildung eine gewisse Erstarkung und Befestigung im Boden gewonnen hat, entwickelt sich die Plumula

Fig. 440.
Gekeimter Weizen, eine Monokotyledone.

s das Korn. w die Nebenwurzeln. c das einzige scheidenfge Kotyledon, an dessen Spitze das erste grüne Blatt b hervorgetreten ist.

Fig. 441.
Gekeimte Dikotyledonen.

A von der **Ackerbohne** (*Vicia faba*), B vom **Lein** (*Linum usitatissimum*). r die Grenze zwischen Stengel und Wurzel. c die Stelle, wo die beiden Kotyledonen am Stengel sitzen. Das Stengelstück zwischen r und c das hypokotyle Glied, bei B durch Streckung verlängert, wodurch die ovalen Kotyledonen c, welche soeben ihre Samenschale abgestreift haben, über die Erde gehoben worden sind, bei A kurz bleibend, weshalb die Kotyledonen im Samen unter der Erde bleiben. p das nach oben weiter wachsende Stengelchen mit seinen jungen Blättern (das Federchen, plumula).

oder das Knöspchen (§. 131.), und mit ihr zugleich wachsen auch noch mehr oder §. 134.
weniger die Kotyledonen.

In dieser Beziehung macht sich der allgemeine Unterschied der Monokotyledonen und Dikotyledonen geltend, indem bei den letzteren zwei blattförmige Keimblätter erscheinen (Fig. 441.), bei den ersteren aber nur ein Keimblatt vorhanden ist, welches scheidenförmig den Keim umfaßt, und gewöhnlich bei der Keimung sich noch etwas verlängert, so daß es als eine meist farblose häutige Scheide aus dem Samen hervorwächst und aus seinem oberen offenen Ende die Plumula, d. h. zunächst das erste grüne Laubblatt des Keimpflänzchens erscheinen läßt (Fig. 440.). Damit nun das Knöspchen aus dem Samen und aus dem Boden hervortrete, ist es nöthig, daß gewisse Theile des Keimes sich strecken. Dies können verschiedene Theile sein, und darnach ist die morphologische Erscheinung der Keimung ungleich. Entweder bleibt der Samen bei der Keimung an seinem Orte liegen. In diesem Falle geschieht gewöhnlich nichts weiter, als daß das Knöspchen selbst seine ersten Internodien streckt und dadurch über den Boden hervorwächst. Unter den Dikotyledonen ist dies selten, z. B. bei vielen Schmetterlingsblütern, als Erbsen und Bohnen (Fig. 441, A). Hier bleiben also die Kotyledonen in dem Samen eingeschlossen und mit diesem unterirdisch; sie haben dem entsprechend auch keine grüne Farbe, sondern sind dickfleischige Körper, von denen nur die kurzen Stiele durch geringe Streckung sich etwas aus der Samenschale hervorschieben, um die Plumula aus der Schale zu befreien. Sehr verbreitet finden wir dieses Verhältniß bei den Monokotyledonen. So z. B. bei den Gramineen (Fig 440.), hier liegt der Keimling excentrisch am unteren Ende des Samens; der obere Theil seines scheidenförmigen Keimblattes tritt zwar, die Plumula umhüllend, mit diesen hervor, aber seine Basis trägt auf dem Rücken ein Schildchen (Fig. 434.), und dieses bleibt fest auf der Außenfläche des Endosperms des seinen Ort nicht verändernden Samens anliegend, indem es die Reservestoffe aus diesem aufsaugt und sie dem Keimling zuführt. Der Kotyledonarknoten bleibt daher mit in der Basis des Kornes, und es ist wiederum das Knöspchen selbst, welches durch Streckung seiner Blätter und seiner ersten Internodien über den Boden gelangt. Die zweite Form der Keimung, wiederum bei Monokotyledonen zu finden, schließt sich der ersten nahe an, indem ebenfalls der Samen seinen Ort nicht verändert; der Unterschied ist aber, daß hier nur der obere Theil des Kotyledons im Endosperm des Samens eingeschlossen bleibt, seine Basis oder vielmehr ein mittlerer Theil zwischen der im Samen stecken bleibenden Partie und der untersten Basis, welche die Plumula umscheidet, streckt sich und schiebt somit die letztere und überhaupt den ganzen Keim aus dem Samen heraus (Fg. 442.). Indem nun dieser sich streckende Theil zugleich eine Krümmung nach abwärts erleidet und oft bedeutende Länge erreicht, wird der Keim und mit ihm das Knöspchen zunächst tief in den Erdboden hinabgedrückt. Nun bewurzelt sich derselbe in der Tiefe, und darauf erhebt sich erst das Knöspchen in der vorigen Weise durch eigenes Wachsthum allmählich über den Boden. Durch diese Keimungsform wird offenbar erzielt, daß die Basis des zukünftigen Stengels noch tiefer in den Boden gelangt, als der

Fig. 442.
Keimung der Dattel.
A Samen im Durchschnitt. al Endosperm. em Embryo. B Aus dem Samen ist durch Streckung des Theiles x des Kotyledons der ganze Keimling sammt der Scheide des Kotyledons y hervorgetreten und tiefer in den Boden eingesenkt. Die Knospe des Keimlings beginnt bei a und b die ersten Blätter zu entwickeln. w Wurzel. C Durchschnitt des Samens im Zustande von B, um den im Endosperm al eingeschlossen bleibenden Kotyledon et zu zeigen, von dessen nach außen gewachsenem Stiel bei x ein Stück zu sehen ist. Natürliche Größe. Nach Schacht.

Samen gelegen hatte. Wir finden denn auch diesen Vorgang besonders bei den Palmen, deren Stämme auf diese Weise mehr Halt im Boden gewinnen, desgleichen bei manchen Zwiebelgewächsen, z. B. *Amaryllis* ꝛc., wo die Zwiebel ziemlich tief im Boden gebildet werden muß. Ganz anders ist die dritte Form der Keimung, die bei den meisten Dikotyledonen zutrifft. Während in den vorigen Fällen der Kotyledonarknoten im Samen oder wenigstens unverändert im Niveau desselben verbleibt, das unter ihm liegende hypokotyle Glied also sich nicht streckt, sehen wir hier, daß das letztere sich bedeutend verlängert und da es nach unten durch das bereits entwickelte und befestigte Würzelchen einen Rückhalt hat, den Samen und die noch in demselben befindlichen übrigen Theile des Keimlinges nach oben über die Erdoberfläche hebt, wo die Samenschale abgestreift und die Kotyledonen am Lichte entfaltet werden. Letztere nehmen daher hier auch grüne Farbe an und haben deutlich blattartige Gestalt (Fig. 441, B). Trotzdem haben die Kotyledonen auch hier gewöhnlich noch nicht die vollkommene Form, wie die erst nach ihnen erscheinenden Laubblätter, so daß sie also letzteren gegenüber als Niederblätter zu betrachten sind. Andererseits hat aber die Keimpflanze grüne blattartige Kotyledonen auch bei solchen Pflanzen, welche im späteren Zustande gar keine grünen Blätter mehr bilden, sondern voluminöse grüne Stengelorgane mit unvollkommenen Blattbildungen entwickeln, wie die Cacteen. So hat z. B. *Opuntia* zwei ovale grüne Kotyledonen wie eine gewöhnliche Dikotyledone; oberhalb derselben entwickelt sich dann aus der Plumula der kugelige, mit bald abfallenden Blattrudimenten bekleidete Stamm (Fig. 443.). Abweichungen von der gewöhnlichen Regel zeigt z. B. die Keimung von *Cyclámen*. Obwohl Dikotyledone hat diese Pflanze nur einen Kotyledon, welcher bei der Keimung als gestieltes, den späteren Laubblättern ähnliches Blattorgan auftritt. Am Grunde schließt er in einer Spalte den Vegetationspunkt des Knöspchens ein; darunter schwillt das hypokotyle Glied zu der Knolle (§. 73.) an, welche *Cyclámen* besitzt, was mit anderen knollenbildenden Pflanzen übereinstimmt, wo auch das hypokotyle Glied zur Knolle wird. Der Basis des Kotyledons gegenüber befindet sich ein kleiner Höcker, welcher sich nach der Keimung zum zweiten Blatte entwickelt, worauf die übrigen Blätter folgen. Man kann also entweder *Cyclámen* zwei Keimblätter zuschreiben, die aber ungleichzeitig sich entwickeln und auch von den Laubblättern nicht wesentlich verschieden sind, oder auch die Kotyledonen als ganz fehlend betrachten. Pflanzen, welche einen unvollständigen, akotyledonen Embryo besitzen (☞ §. 131.), entwickeln auch bei der Keimung keine Kotyledonen, sondern ihr Embryo verlängert sich nur in ein Würzelchen und Stengelchen, und an letzterem bilden sich dann die ersten Stengelblätter.

Fig. 443.
Keimling von Opuntia ficus indica, mit den beiden blattförmigen fleischigen Kotyledonen ct auf dem hypokotylen Glied x, über welchem der eigentliche cactusfge Stamm s mit rudimentärer Blattbildung beginnt. Nach Schacht.

Literatur über Morphologie der Samenkeimung: Schleiden, Grundzüge der wissensch. Botanik. Leipzig 1849. — Irmisch, in Flora 1853, und Bot. Zeitg. 1857. — Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. II. Berlin 1859. — Derselbe, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Berlin 1854. — Irmisch, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen. Halle 1854. — Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig 1874.

C. Die Blüten der Gymnospermen (§. 108.).

§. 135. Unter den Phanerogamen giebt es nach Abzug der Angiospermen (§. 108.) noch eine verhältnißmäßig geringe Anzahl von Pflanzen, nämlich diejenigen, welche die

Klassen der Coniferen und Cycadeen ausmachen und von jenen als Gymnospermen §. 135.
unterschieden werden. Diese Unterscheidung beruht nicht bloß auf morphologischen Gründen, sondern drückt zugleich ein phylogenetisches Verhältniß zwischen beiden Abtheilungen aus. Denn die Gymnospermen sind bei der allmählichen Entstehung des Pflanzenreiches auf unserem Planeten früher als die Angiospermen dagewesen; sie dürfen als der Uebergang von den zuerst allein vorhanden gewesenen Gefäßkryptogamen (§. 140.) zu den Phanerogamen betrachtet werden. Als wichtigstes Unterscheidungsmoment zwischen den Angiospermen und den Gymnospermen[1] oder Nacktsamigen gilt die Auffassung, daß während bei den ersteren die Samenknospen stets in einer von Fruchtblättern gebildeten Hülle, dem Pistill (§. 108.) eingeschlossen sind, bei den letzteren dieses Organ fehlt, die Samenknospen nackt auf der sie tragenden Axe oder den sie erzeugenden nicht zu einem Fruchtknoten sich schließenden Fruchtblättern sich befinden, mit anderen Worten, daß die Hülle, von welcher bei den Gymnospermen der Eikern unmittelbar eingeschlossen ist, als das Integument desselben (§. 124.) betrachtet werden muß. Freilich ist diese zuerst von R. Brown ausgesprochene, bisher ziemlich allgemein gültige Auffassung von Baillon und neuerdings besonders von Straßburger aufgegeben und von letzterem trotz des mehrseitig dagegen erhobenen Widerspruches bestritten worden, indem er das Integument für das Pistill und den Eikern für die integumentlose Samenknospe und darnach wenigstens die Coniferen als nicht gymnosperm erklärt. Keine dieser beiden Auffassungen ist gegenwärtig imstande, die andere durch zwingende Beweise zu widerlegen, beide lassen sich mit den allgemeinen morphologischen Gesetzen in Einklang bringen, und es kann hier nicht der Ort sein, gegenwärtig schon für eine von beiden einzutreten. Wenn nun auch die Straßburger'sche Ansicht einfacher und natürlicher zu sein scheint, so haben wir trotzdem die Gymnospermen von den Angiospermen hier noch getrennt, denn eine von den übrigen Phanerogamen separirte Stellung wird ihnen unter allen Umständen, mögen sie gymnosperm sein oder nicht, zukommen, weil in vielen andern und sogar weit wichtigeren Punkten, als die morphologische Bedeutung ihrer Eihülle ist, besonders in der Bildung der Geschlechtsorgane und in den Vorgängen bei der Befruchtung und Keimbildung, die nahe Verwandtschaft mit den Gefäßkryptogamen (§. 140.), als den nächsten Vorfahren der Gymnospermen sich kund giebt.

Die Gymnospermen haben auch in ihren vegetativen Organen gewisse Eigenthümlichkeiten. Die Coniferen oder Nadelhölzer sind Holzpflanzen mit durchgehends sehr einfachen Blattformen (Nadeln S. 195) und mit einem sich verzweigenden Stamm, der zwar im allgemeinen nach Art der Dikotyledonen gebaut ist und in die Dicke wächst (§. 60.), dessen Holz aber keine Gefäße besitzt (§. 62.). Die Cycadeen oder Palmenfarne ähneln den Farnen (§. 147.) in hohem Grade: sie haben einen kurzen, fast immer unverzweigten Stamm von eigenthümlichem anatomischen Baue (S. 141), welcher große blattähnliche seitliche Organe trägt (Fig. 444.), die man Wedel nennt und die mit den gleichnamigen Organen der Farne viele auffallende Aehnlichkeiten, namentlich die fiederförmige Zusammensetzung und die schneckenförmige Knospenlage zeigen.

Die Blüten der Gymnospermen, mögen wir sie nun für angiosperm oder für gymnosperm halten, haben die denkbar einfachste Form, denn sie bestehen nur aus den Geschlechtsorganen, als den wesentlichen Theilen einer Blüte (§. 101.), ohne jegliche Blütenhülle, als Perigon, Kelch oder Blumenkrone. Auch sind dieselben stets eingeschlechtig (§. 109.), denn die beiden Geschlechtsorgane treten in besonderen von einander getrennten Vereinigungen auf, welche theils einhäusig, theils zweihäusig (§. 109.) sind. Ueberhaupt ist die Anwendung des Begriffes Blüte hier schon nicht mehr so bestimmt, wie bei den Angiospermen; auch wird sie, wenigstens bei den weiblichen Blüten, verschieden ausfallen, je nachdem man sie für gymnosperm oder angiosperm hält. Denn im letzteren Falle würde jede Samenknospe einer besonderen weiblichen Blüte angehören, im ersteren würde als Blüte die ganze Vereinigung der Samenknospen, also der ganze Zapfen (s. unten) aufzufassen sein, der aber vielmehr an gewisse Blütenstände bei anderen Phanerogamen erinnert, die wir dort auch Zapfen nennen (§. 104.).

1) Zusammengesetzt aus γυμνός nackt und σπέρμα Samen.

6. **I. Blüten der Cycadeen.** Die Cycadeen sind zweihäusig. Die Blüten stehen am Gipfel des Stammes und stellen große zapfenartige Gebilde dar, indem sie aus einer kräftigen verlängerten Axe bestehen, welche dicht mit den zahlreichen spiralig angeordneten Blattorganen besetzt ist, welche die Geschlechtsorgane tragen. *Cycas* hat einen einzigen endständigen Zapfen (Fig. 444.), indem auf die vegetativen Blätter unmittelbar die reproductiven folgen und oberhalb derselben später sogar wieder Wedel gebildet werden, der Stamm also den Zapfen durchwächst, wenigstens an der weiblichen Pflanze. Die anderen Cycadeen entwickeln zwei oder mehrere Zapfen auf dem Gipfel. Die männlichen Zapfen bestehen aus zahlreichen Blättern, welche als Staubblätter (§. 108.) bezeichnet werden müssen, weil sie die Pollensäcke (§. 118.) tragen. Sie haben einen kurzen Stiel, der sich in eine Art Blattfläche verbreitert, welche auf ihrer Unterseite mit zahlreichen Pollensäcken besetzt ist; oder der Stiel geht in ein schildförmiges Blattgebilde über, welches dann ebenfalls auf seiner Unterseite die Pollensäcke trägt. In den letzteren bildet sich der Pollen aus Mutterzellen ganz in der Weise wie bei den Angiospermen

Fig. 444.

Cycas revolūta.

Die ganze Pflanze mit kurzem, dickem Stamm, welcher mit den Ueberresten alter Wedel bedeckt ist und an der Spitze eine Krone lebender gefiederter Wedel trägt, in deren Mitte der endständige weibliche Zapfen. Bei a eins der zahlreichen Fruchtblätter, welches in der unteren Hälfte mit Samenknospen besetzt ist. Verkleinert.

(☞ §. 118.). Der ganze männliche Zapfen entspricht einer sporangientragen Aehre bei den Equisetaceen, Lycopodiaceen oder Selaginelleen, ist ihr auch in s Bedeutung homolog; die Pollensäcke könnten daher auch als Sporangien, die Sp als Mikrosporen bezeichnet werden (☞ §. 141.). Die weiblichen Za bestehen ebenfalls aus blattförmigen Gebilden, welche die Samenknospen t und deßhalb nach Analogie der Angiospermen Fruchtblätter (carpella[1]) g

1) ☞ Seite 279, Note 1.

werden. Bei *Cycas* sind dieselben den Wedeln noch am ähnlichsten, wiewohl kleiner und nicht grün; sie sind gefiedert und die unteren Fiederblättchen durch Samenknospen ersetzt (Fig. 444, a). Bei den anderen Cycadeengattungen sind die Carpelle viel kleiner, ähnlich den Staubblättern schildförmig gestielt und tragen nur zwei Samenknospen am unteren Theile rechts und links je eine. Die sogenannten Samenknospen haben bei *Cycas* die Größe einer Pflaume, bei den anderen geringere Größe. Wir unterscheiden an ihnen nach Analogie der Angiospermen-Samenknospen (§. 124.) einen massiven Knospenkern und ein sehr dickes Integument, welches am Scheitel eine enge kanalförmige Mikropyle bildet, wonach also die Samenknospe orthotrop (§. 124.) ist. Das Integument ist von zahlreichen Fibrovasalsträngen durchzogen, was sonst nicht Regel ist und dafür zu sprechen scheint, daß es kein Integument, sondern ein Fruchtknoten ist. Die Samenknospen der Cycadeen sind den Makrosporangien der Gefäßkryptogamen (§. 141.) homolog.

§. 137. II. **Blüten der Coniferen und Gnetaceen.** Bei den Coniferen finden wir die Blüten an besonderen Seitenzweigen, welche eine bestimmte Stellung an den nadeltragenden Sprossen einnehmen, niemals endständig am Hauptstamme. Dieselben stehen entweder unmittelbar in den Achseln der Nadeln (*Taxus*, *Junipĕrus*) oder auf kleinen nadeltragenden Zweiglein (*Thuja*), oder sie kommen aus besonderen, keine Nadeln tragenden Seitenknospen, die nahe an der Spitze oder auch an der Basis der alljährlich zur Entwickelung kommenden Sprosse stehen (*Pinus*). Die Blüten sind hier theils diöcisch (*Taxus*, *Junipĕrus communis*), theils monöcisch (die meisten Coniferen). Sie zeigen mit denen der Cycadeen im wesentlichen vollständige Uebereinstimmung. Die männlichen Blüten sind ebenfalls kleine zapfen- oder kätzchenähnliche Bildungen, bestehend aus einer verlängerten Axe, an welcher die kleinen zarten, im Vergleich mit den Cycadeen viel kleineren Staubblätter stehen (Fig. 445, B, C). Diese haben einen rundlichen oder länglichen blattförmigen Theil, welcher am Grunde oder in der Mitte schildförmig gestielt ist und

Fig. 445.

Gemeiner Taxbaum (*Taxus baccāta*).

A Spitze eines blühenden Zweiges einer männlichen Pflanze.

B Eine männliche Blüte mit abgeschnittenen vorderen Knospenschuppen, zeigt die Axe, an welcher die Staubgefäße stehen, vergrößert.

C Ein schildförmiges Staubgefäß mit den aufgesprungenen sechs Pollensäcken auf der Unterseite, vergrößert.

D Eine weibliche Blüte, aus einer Samenknospe mit Knospenschuppen bestehend, an einem Zweigstücke in der Achsel eines Blattes, vergrößert.

E Samen mit dem beerenartigen Samenmantel und den Knospenschuppen am Grunde, in natürlicher Größe.

§. 137. auf seiner Unterseite die Pollensäcke trägt, deren im ersten Falle zwei nebeneinander, bei schildförmigen Staubblättern eine etwas größere Anzahl vorhanden ist. Diese Blüten entsprechen daher ebenfalls den Sporangienständen der Equisetaceen ꝛc. (§. 146.) Die weiblichen Blüten besitzen als wesentlichen Bestandtheil Samenknospen, die meist wie bei den Cycadeen orthotrop sind und aus dem Knospenkern und einem Integument bestehen, welches am Scheitel eine Mikropyle bildet. Je nach den Familien der Coniferen treten aber die Samenknospen an verschiedenen Theilen und in verschiedener Stellung auf. Wir unterscheiden darnach folgende drei Familien: 1) Taxineen. Hier stehen die Samenknospen nicht wie bei den übrigen Coniferen an einem Zapfen. Den einfachsten

Fig. 446.

Weibliche Blüte von Taxus baccāta.

A Dieselbe im Längsdurchschnitt (vergl. Fig. 445, D), nur aus einer Samenknospe bestehend; kk Knospenkern, i Integument derselben, vergrößert.

B Der aus der Samenknospe entstandene unreife Samen. ss die obersten Knospenschuppen; k k der Knospenkern; i das Integument, zur Samenschale sich ausbildend. e der mit Endosperm erfüllte Embryosack; m der Samenmantel, welcher später als saftige rothe Hülle den Samen umgiebt (vergl. Fig. 445, E), in der ersten Entwicklung; vergrößert. Nach Sachs.

Fall bietet *Taxus*, wo die weibliche Blüte nur aus einer einzigen Samenknospe besteht, welche sich auf dem Ende eines kurzen Sprosses befindet, der in der Achsel eines Laubblattes entspringt und unten bis zur Basis der Samenknospe mit Knospenschuppen bedeckt ist (Fig. 445, D und 446.). Bei anderen Gattungen ist diese Axe stielartig verlängert und trägt an ihrem Ende mehrere beisammenstehende Samenknospen, die dann bisweilen aus der Achsel kleiner schuppenförmiger Blättchen entspringen. 2) Cupressineen. In dieser sowie in der folgenden Familie ist die weibliche Blüte ein sogenannter Zapfen (conus), demjenigen der Cycadeen ähnlich. Seine Axe, Spindel (rhachis) genannt, trägt schuppenförmige Blattgebilde, die Schuppen (squamae), die man auch hier als Fruchtblätter betrachtet, denn sie tragen entweder unmittelbar an ihrer Basis die Samenknospen, oder die letzteren stehen scheinbar in ihrer Achsel oder unmittelbar über ihnen. Bei den Cupressineen insbesondere besteht der Zapfen entweder aus einem dreigliedrigen Wirtel von Schuppen, über denen drei Samenknospen ebenfalls quirlständig und alternirend mit jenen stehen (*Junipĕrus communis*), oder es sind mehrere Paare oder dreigliederige Quirle von Schuppen vorhanden, welche gegen einander decussirt sind und an ihrer Basis zwei rechts und links stehende oder auch eine größere Anzahl Samenknospen haben; diese stehen aufrecht, mit der Mikropyle nach oben. Bei den Abietineen ist der wichtigste Unterschied die verkehrte Stellung der Samenknospen, indem diese hier zwar auch an der Basis der Schuppe stehen, aber mit ihrer Mikropyle abwärts gegen die Axe des Zapfens gekehrt sind. Bei *Pinus* (Fig. 447.) und nächstverwandten Gattungen besteht auch eine Abweichung im Bau des Zapfens, insofern als wir an jeder Schuppe auch noch ein sogenanntes Deckblatt (bractĕa[1]) unterscheiden, welches an der Basis aus dem Rücken der Schuppe entspringt, so daß die letztere anscheinend in dessen Achsel steht. Das Deckblatt ist meist schmäler als die Schuppe, bald länger bald kürzer als dieselbe. In diesem Falle deutet man die Schuppe als ein einfaches oder aus zwei Blättern verwachsenes Gebilde, welches einer ganz verkürzten Axe angehört, die aus der Achsel des Deckblattes entspringt, oder als eine mächtig entwickelte Placenta, die als Wucherung aus dem Deckblatte, welches dann vielmehr als

1) ☞ Seite 233, Note 1.

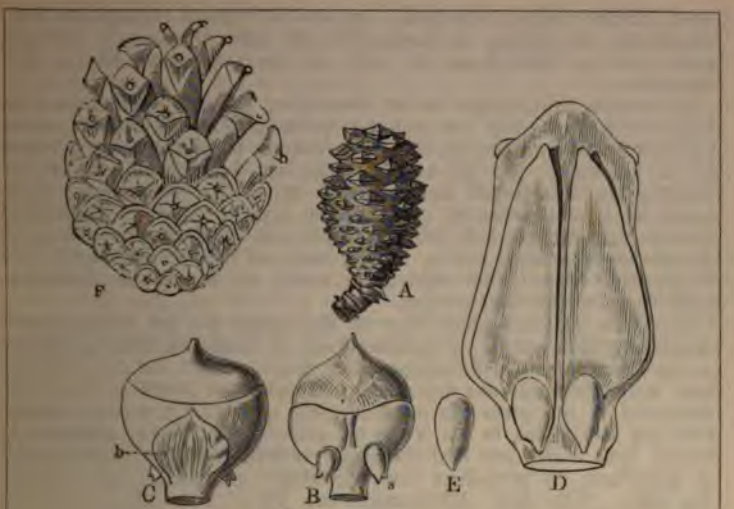


Fig. 447.

Weibliche Blüten der Kiefer.

A Der junge Zapfen, vergrößert.
B Eine Schuppe desselben, von der Innenseite gesehen, zeigt die beiden Samenknospen s am Grunde, stärker vergrößert.
C Dieselbe von der Außenseite, b das Deckblatt.
D Schuppe des reifen Zapfens, von der Innenseite gesehen, mit den beiden geflügelten Samen.
E Ein Samen vom Flügel abgelöst.
F Der reife Zapfen mit den auseinanderweichenden verholzten Schuppen, in natürlicher Größe.

Fruchtblatt aufzufassen wäre, hervorgeht. Da aber die Samenknospen immer tief an der Basis der Schuppen sitzen, so könnte man sie auch als achselständige Bildungen derselben betrachten, was besonders mit der Auffassung der Samenknospen als kleine Fruchtknoten (angiosperm) im Einklang wäre. Der Coniferenzapfen würde sich dann am nächsten den weiblichen Kätzchen der Erle und Birke vergleichen lassen, wo die weiblichen Blüten ebenfalls ein Stück aus der Achsel auf die Deckschuppe hinausrücken und eigentlich auf dieser selbst sitzen.

An die Coniferen schließt sich die Familie der Gnetaceen, welche meist kleine Sträucher enthält mit dünnen, grünrindigen Aesten und gegenständigen, ein sehr kleines Scheidchen darstellenden Blättern. Die kleinen kätzchenförmigen Blütenstände entspringen in den Blattachseln und tragen die Blüten in den Achseln kleine Deckblätter. Die männlichen Blüten besitzen ein zweitheiliges Perigon, in der Mitte desselben steht ein stielförmiger Träger (Staubfadenbündel?), auf welchem zwei oder eine größere Anzahl zweifächerige Antheren sitzen. Die weiblichen Blüten haben eine dreitheilige oder eine flaschenförmige Hülle, welche man auch als ein Perigon oder vielleicht richtiger als Fruchtknoten (Carpellblätter) ansieht; im letzteren Falle würden auch die Gnetaceen nicht gymnosperm sein. Diese Hülle umgiebt eine orthotrope Samenknospe mit einem oder zwei Integumenten, welche am Scheitel einen Kanal (Mikropyle) bilden, aus welchem bisweilen das innere Integument griffelartig verlängert hervorragt

III. **Befruchtung der Gymnospermen.** In dem Verhalten des Pollens und des Embryosackes bei der Befruchtung bestehen hier gewisse Abweichungen von den Angiospermen, die uns am deutlichsten die unmittelbare Verwandtschaft der Gymnospermen mit den Gefäßkryptogamen erkennen lassen, indem sich unverkennbare Aehnlichkeiten zwischen den einander entsprechenden Organen beider Abtheilungen §. 138.

§. 138. zeigen, nämlich zwischen dem Pollen und den Mikrosporen (§. 141.) der Gefäßkryptogamen und zwischen dem Embryosacke nebst dessen Producten in der Samenknospe und den Makrosporen (§. 141.) und deren Producten bei den Gefäßkryptogamen.

Die äußeren Erscheinungen bei der Befruchtung sind noch dieselben wie bei den Angiospermen, denn auch hier muß der Pollen aus den Pollensäcken nach den weiblichen Blüten wandern, um dort die Befruchtung des Embryosackes zu bewirken. Die Bestäubung wird bei den Gymnospermen hauptsächlich durch die Luftbewegung vermittelt, sie sind Windblütler (§. 127.). Der Pollen wird daher hier gewöhnlich in außerordentlich großer Menge erzeugt. Aus der Mikropyle der Samenknospen tritt um diese Zeit ein Tropfen von Flüssigkeit hervor, in welchem Pollenkörner aufgefangen werden, und der daher an die Narbenfeuchtigkeit bei den Angiospermen erinnert. An dieser Stelle treiben die Pollenkörner Keimschläuche, welche nach dem Eikern vordringen.

Der Pollen stimmt in seinem Baue im Wesentlichen mit dem der Angiospermen überein, zeigt aber noch in rudimentärer Form die Prothalliumbildung, welche wir an den Mikrosporen der Gefäßkryptogamen finden. Schon vor der Verstäubung findet in der Pollenzelle eine Zelltheilung statt, indem der Inhalt durch eine Querscheidewand in eine große und eine kleine Zelle zerfällt. Bei manchen Abietineen wölbt sich diese Wand in den Raum der größeren Zelle hinein, während in der kleineren Zelle wieder eine Querscheidewand entsteht, so daß es aussieht, als säße im Pollenkorne ein zweizelliger blasiger Zellkörper (Fig. 448.) Alle diese Zellbildungen sind der rudimentäre Vorkeim, während es immer die eigentliche Pollenzelle ist, welche in gewöhnlicher Weise zum Pollenschlauch auswächst. Bei den *Pinus*-Arten ist der Blütenstaub noch durch zwei große, blasig hohle Auftreibungen der äußeren Pollenhaut (Exine, §. 118) ausgezeichnet (Fig. 448.), welche mit Luft gefüllt sind und die Flugfähigkeit der Pollenkörner bei der Bestäubung durch den Wind erhöhen.

Fig. 448.
Pollenkorn der Tanne.
i Intine, e Exine, bl deren blasige, lufterfüllte Auftreibungen; q kleine Basalzelle, y die größere Zelle des inneren blasigen Zellkörpers. Vergrößert. Nach Schacht.

Im Eikern wird durch bedeutende Vergrößerung einer Zelle der Embryosack (§. 128.) gebildet. Dieser erfüllt sich durch freie Zellbildung schon vor der Befruchtung mit Endosperm (§. 128.). Mehrere im Scheitel des Embryosackes gelegene Zellen des Endosperms vergrößern sich und werden zu den bisher sogenannten Corpuscula[1] (Fig. 449.). Diese kann man jetzt Archegonien nennen, weil sie den gleichnamigen Organen der Kryptogamen (☞ §. 140.) in Bau und Funktion entsprechen, woraus weiter folgt, daß der Embryosack der Gymnospermen mit der Makrospore (§. 141.) und das Endosperm mit dem Prothallium (§. 140.) der Gefäßkryptogamen verglichen werden muß. Jede zu einem Corpusculum werdende Zelle theilt sich durch eine Querwand in eine obere kleinere und eine untere große Zelle oder Centralzelle. Die erstere theilt sich wiederum bei den meisten Gymnospermen in eine Rosette von vier, selten acht Zellen, welche der Centralzelle aufliegen; oder es bilden sich, indem zugleich Quertheilungen eintreten, mehrere über einander liegende Etagen solcher Zellen. Dieselben werden als Deckzellen oder als Halstheil des Archegoniums bezeichnet. Durch fortgesetztes Wachsthum des umliegenden Endosperms bilden sich trichterförmige Einbuchtungen, in deren Grunde je ein Corpusculum liegt. Der Pollenschlauch dringt im Eikern bis nach einem Corpusculum vor, auf dessen Deckzellen er sich mit seinem erweiterten Ende auflegt. Manche Coniferen haben eine zweijährige Samenreife, z. B. die Kiefer und der Wachholder; bei diesen gebraucht der Pollenschlauch ungefähr ein Jahr,

1) Diminutiv von corpus Körper.

um sein Wachsthum durch das Gewebe des Eikerns bis nach dem Corpusculum fortzusetzen. Entweder befruchtet ein Pollenschlauch die ganze Gruppe der Corpuscula, wo diese unter einer einzigen trichterförmigen Einsenkung liegen; oder es dringen mehrere ein und jeder befruchtet nur je ein Corpusculum. Das Ende des Pollenschlauches legt sich dabei breit auf den Halstheil der Archegonien und treibt in die einzelnen Hälse dünne Ausstülpungen, welche die Deckzellen auseinander drängen und zerstören und endlich bis in die Centralzelle vordringen. Letztere entspricht dem Keimbläschen (§. 128.) der Angiospermen, sie ist die eigentliche Eizelle. In ihr treten infolge der Befruchtung Zelltheilungen ein, durch welche gewöhnlich mehrere über einander stehende Etagen von Zellen gebildet werden, die bei den Coniferen wieder durch gekreuzte Längsscheidewände in meist je vier oder mehr Zellen getheilt sind. Die mittleren oder oberen Etagen strecken sich meist beträchtlich und werden zu den schlauchförmigen Vorkeimen, während die untersten Zellen, welche durch die Streckung der Vorkeime in das Endosperm hinein geschoben werden, sich abrunden und zum Embryo (§. 128) sich ausbilden (Fig. 449). Nur bei Cycadeen und bei wenigen Coniferen unterbleibt die Thei- §. 138.

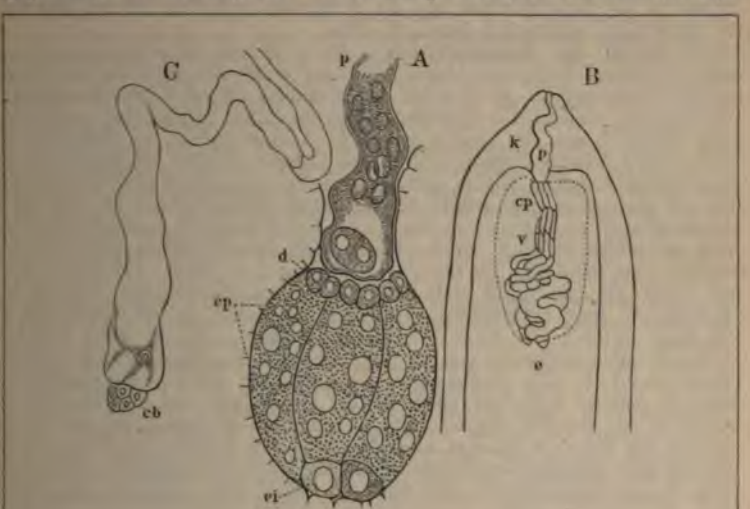


Fig. 449.

Befruchtung von *Juniperus communis*.

A Corpuscula cp, durch den Pollenschlauch p befruchtet. d Deckzellen, ei Eizellen. 300fach vergrößert.

B Späterer Entwickelungszustand, v Vorkeim, cp Corpuscula, p Pollenschlauch, o Endosperm, k Samenknospe. 80fach vergrößert.

C Unteres Ende eines Vorkeims, an welchem bereits die Anlage des Embryo eb entstanden ist. 300fach vergrößert. Nach Hofmeister.

lung der untersten Zelle durch gekreuzte Längswände, so daß also nur eine Embryoanlage aus einem Corpusculum hervorgeht Bei den meisten findet diese Theilung statt, so daß jeder Vorkeimschlauch mit einer Endzelle versehen, die zur Embryoanlage wird. Bei den meisten Gymnospermen besteht also das Verhältniß der Polyembryonie[1], d. h. daß jede Samenknospe mehrere Embryonen erzeugt; gewöhnlich entwickelt sich aber nur eine einzige dieser Embryoanlagen zu einem kräftigen Keimling, während die anderen verkümmern. Bei den Gnetaceen werden zahlreiche Corpuscula, aber ohne Halstheil, also nur die Centralzellen, gebildet,

1) Zusammengesetzt aus πολύς viel und ἔμβρυον Embryo.

deren Weiterentwickelung nach der Befruchtung im Wesentlichen der gleiche wie bei den Coniferen ist. — Der ganze Vorgang der Befruchtung und Embryobildung vollzieht sich an der reifenden Samenknospe, während diese noch auf der Pflanze sich befindet und von dieser ernährt wird. Dies stimmt also mit den Verhältnissen bei den Angiospermen überein. Man kennt aber einige Fälle, besonders bei *Ceratozamia* und anderen Cycadeen und bei *Salisburya* unter den Coniferen, wo der Embryo in den Samen erst nach der Aussaat sich bildet, so daß auch in dieser Beziehung die auffallendste Aehnlichkeit mit den Verhältnissen der Gefäßkryptogamen besteht, wo auch in der Makrospore erst nach deren Abtrennung von der Mutterpflanze die Befruchtung und Embryobildung stattfindet.

Der Befruchtungsact selbst soll nach Straßburger in ganz ähnlicher Weise wie es von demjenigen bei den Angiospermen behauptet wird, in einer Verschmelzung eines Theiles des Pollenschlauchinhaltes mit dem Inhalte der Eizelle bestehen. Es erscheint nämlich an der Spitze des Pollenschlauches ein Zellkern, welcher sich dann in zwei neue theilt (Fig. 449, A). Der untere dieser beiden theilt sich oft wieder in mehrere Kerne (Spermakerne), und diese sollen sich nach Auflösung der Membran des Pollenschlauches über die Archegonien vertheilen und mit dem Kern in den Eizellen verschmelzen (vergl. S. 310).

§. 139. IV. **Frucht der Gymnospermen.** Bei denjenigen Gymnospermen, deren weibliche Blüten einen Zapfen bilden, erfährt der letztere mit der Reife der Samenknospen Veränderungen seiner Größe und Consistenz und wird zum Fruchtzapfen. Meist werden Spindel und Schuppen holzig und letztere schließen eng aneinander; man bezeichnet dies als Zapfen (conus). Seltener nehmen die Schuppen eine weiche, saftig fleischige Beschaffenheit an und schließen ebenfalls fest zusammen, ein beerenähnliches Ganzes bildend, welches man Beerenzapfen (galbulus) nennt, wie bei *Juniperus*, wo derselbe die sogenannte Wachholderbeere ist. Bei allen Fruchtzapfen ist der Samen von den vergrößerten Schuppen fest eingeschlossen und reift im Innern derselben. Nach erlangter Reife schlagen sich die Schuppen auseinander oder fallen ab, um den Samen in Freiheit zu setzen. Bei *Taxus* wird die einzige auf dem kurzen Seitenzweiglein stehende Samenknospe während der Reifung von einer becherförmigen Wucherung umwachsen, welche unmittelbar an der Basis derselben aus der Axe hervorgeht, anfangs grün ist, später bedeutend anschwillt, saftig weich wird und sich röthet (Fig. 445, E; 446, B). Dieselbe ist als Samenmantel (§. 131.) zu betrachten, wenn man die Coniferen für gymnosperm hält; bei anderer Auffassung würde sie den Wucherungen des Blütenbodens zur Fruchtzeit bei manchen Angiospermen oder auch einem beerenartig gewordenen, anfangs sehr kleinen Perigon zu vergleichen sein. Es ist selbstverständlich, daß die gereiften Samenknospen der Gymnospermen als Samen zu bezeichnen sind, wenn man an der Gymnospermie dieser Pflanzen festhält, daß sie dagegen im anderen Falle als eigentliche Früchte betrachtet werden müssen. Sie haben meist eine harte holzige Schale, welche aus dem Integument gebildet wird; bisweilen setzt sich dieselbe in einen großen flügelförmigen Anhang fort (Fig. 447, D). Bei den Cycadeen, sowie bei *Salisburya* unter den Coniferen wird dagegen die Schale steinfruchtartig (§. 129.), indem nur die innere Schicht des Integumentes erhärtet, eine äußere fleischig weich wird. Das Gewebe des Eikerns wird von dem wachsenden Embryosacke nach und nach verdrängt, während der letztere von dem gleichzeitig mit wachsenden Endosperm ausgefüllt bleibt, dessen Zellen im Reifezustand reich an Eiweißstoffen und fettem Oel sind; die Samen der Gymnospermen haben daher ein öliges Endosperm (§. 131.). Der Keimling liegt central im Endosperm und ist gerade; sein hinteres Axenende geht wie bei den Dikotyledonen unmittelbar in eine Hauptwurzel über, die auch bei der Keimung aus der Samenschale hervortritt und als solche fortwächst. Am vorderen Ende hat die Keimlingsaxe bei den Cycadeen meist zwei Kotyledonen, welche an ihrer Spitze mit einander verwachsen sind und bei der Keimung mit diesem Theile im Endosperm stecken bleiben. Manche Cycadeen haben nur einen einzigen Kotyledon. Die Coniferen haben entweder zwei gegenständige Kotyledonen (bei den Taxineen und vielen Cupressineen) oder vier oder mehr quirlständige (bei den meisten Abietineen). Dieselben sind hier grüne, nadelartige Blätter, welche bei der Keimung aus dem Samen hervortreten.

Literatur über Gymnospermen. R. Brown, Vermischte Schriften, IV. pag. 75. — H. v. Mohl, Vermischte Schriften, pag. 55. — Baillon, Recherches organogéniques sur la fleure femelle des Conifères, in Ann. des sc. nat. 1860. — Caspary, De Abietinearum floris feminei structura in Ann. des sc. nat. 1860. — Schacht, Lehrbuch der Anatomie u. Physiologie d. Gew. II. pag. 433. — Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen der Keimung ꝛc. der höheren Kryptogamen. Leipzig 1851. — Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen. Jena 1872. — Derselbe, Befruchtung der Gymnospermen, in Jenaische Zeitschr. für Naturwiss. Bd. VI. — Derselbe, Befruchtung und Zelltheilung, in Jenaische Zeitschr. Bd. XI. 1877. — Eichler, Sind die Coniferen gymnosperm oder nicht? in Flora 1873, pag. 241. — Strasburger, Sind die Coniferen gymnosperm oder nicht? in Flora 1873, pag. 369. — Warming, Undersogelser og Betragtninger over Cycaderne, in Verhandl. der dänischen Gesellsch. d. Wiss. Kopenhagen 1877.

II. Morphologie der Gefäßkryptogamen (Cryptogămae[1] vasculāres[2], §. 65.).

§. 140. Die Gefäßkryptogamen stimmen in den Vegetationsorganen (§. 65.) mit den Phanerogamen insofern überein, als sie echte Stengel, Blätter und Wurzeln besitzen, in denen wir auch Gefäßbündel (§. 55.) unterscheiden. Die Fortpflanzung geschieht aber hier nicht mehr wie bei jenen durch Samen (§. 131.), sondern durch **Sporen** oder **Keimkörner** (sporae[3]), d. s. eigenthümliche einzelne Zellen, daher in der Regel von mikroskopischer Kleinheit, welche meist in großer Menge gebildet werden, als solche sich von der Pflanze trennen und darnach fähig sind, sich zu einem neuen Pflanzenindividuum zu entwickeln. Ebenso wie bei den Phanerogamen die Samen, so bilden sich auch bei den Gefäßkryptogamen die Sporen erst an der vollständig entwickelten Pflanze. Wir finden sie in eigenthümlichen kleinen Behältern eingeschlossen, welche **Sporangien** oder **Sporenfäcke** (sporangia[4]) heißen und an den Blättern als metamorphosirte Theile derselben auftreten. Aber die Theile, an welchen diese Sporangien stehen, haben nur eine sehr entfernte oder gar keine Aehnlichkeit mit denjenigen Organen, welche bei den Phanerogamen der Erzeugung der Samen dienen und die wir als Blüten (§. 101.) bezeichnen. In diesem Sinne ist es gerechtfertigt, die Gefäßkryptogamen, wie die Kryptogamen überhaupt, blütenlose Pflanzen zu nennen. Und während in den Blüten der Phanerogamen bei der Bildung der Samen ein Sexualact (§. 101.) betheiligt ist, ist dies bei der Entstehung der Sporangien und der Sporen nicht der Fall. Aber dennoch entbehren die Gefäßkryptogamen der Sexualität nicht, dieselbe fällt nur in einen anderen Abschnitt des Entwickelungsganges der Pflanze. Wenn die Spore keimt, so entsteht aus ihr zunächst ein kleines, selbständig vegetirendes Gebilde, der **Vorkeim** (prothallium[5]), ein nur aus Zellen bestehendes Organ von je nach Klassen sehr mannichfaltiger Beschaffenheit, welches nach der allgemeinen Eintheilung der pflanzlichen Organe Thallus (§. 65.) zu nennen sein würde. An diesem entstehen nun erst die beiderlei Geschlechtsorgane, entweder jedes Geschlecht an besonderen Vorkeimen, und dann gehen die letzteren aus zweierlei Sporen der Pflanze auf, oder beide an gleichartigen Vorkeimen, die dann aus einerlei Sporen gebildet werden und gewöhnlich beide Geschlechtsorgane zusammen tragen. Ueber diese Sexualorgane, die wir unten bei den einzelnen Klassen speciell kennen lernen, läßt sich hier nur Folgendes sagen, worin alle Gefäßkryptogamen übereinstimmen. Die weiblichen Organe sind die sogenannten **Archegonien**[6] (Fig. 450.). Diese haben einen aus mehreren Zellenreihen gebildeten Hals und einen, meist im Vorkeim ruhenden Bauchtheil, in dessen Mitte die **Eizelle** sich befindet. Zur Reifezeit öffnet sich der Hals an der Spitze und bildet einen Kanal, welcher zu der im Bauchtheile

---

1) Zusammengesetzt aus κρυπτός verborgen und γάμος Ehe, also verborgenehige Pflanzen, von Linné so genannt, weil bei diesen Pflanzen Staubgefäße und Pistille, welche bei den Phanerogamen die Geschlechtsorgane sind, nicht gefunden werden, und Linné die eigentlichen Sexualorgane dieser Pflanzen nicht kannte. 2) mit Gefäßen (vasculum Diminutiv von vas Gefäß) versehen. 3) σπορά die Spore, eigentlich die Saat, das Ausgesäete. 4) zusammengesetzt aus σπορά Spore und ἀγγεῖον Gefäß. 5) zusammengesetzt aus pro vor und θαλλός Sproß. 6) zusammengesetzt aus ἀρχή Anfang und γόνος Geburt, das Junge, der Nachkomme.

§. 140.

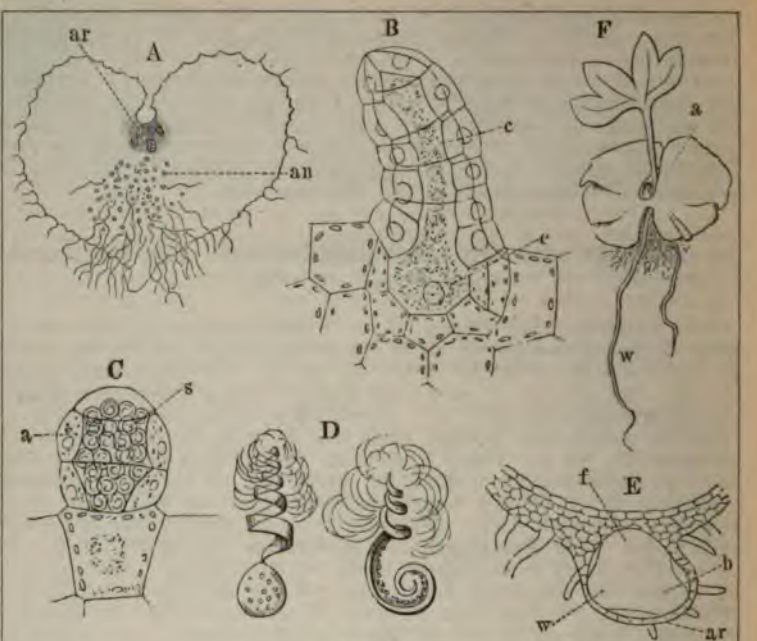


Fig. 450.

Entwickelung der Farne.

A Vorkeim eines *Aspidium*, von der Unterseite gesehen, ar Archegonien, an Antheridien; 20fach vergrößert.

B Ein noch nicht geöffnetes Archegonium, e die in der Masse des Vorkeims eingesenkte Eizelle, c der Kanal des Archegoniumhalses, der sich später an der Spitze öffnet. 300fach vergrößert.

C Ein Antheridium, a die Wandzellen, s die Mutterzellen der Spermatozoiden. 300fach vergrößert.

D Spermatozoiden eines Farnkrautes; 500mal vergrößert.

E Ein Archegonium ar, mit dem Embryo, f dessen Fuß d. i. der Theil, der mit dem Vorkeim noch einige Zeit in organischer Verbindung bleibt, b die Anlage des ersten Farnblattes, w diejenige der ersten Wurzel. 60fach vergrößert.

F Ein Vorkeim mit dem sich entwickelnden Farnkraute, dessen erstes Blatt bereits ausgebildet ist; a die Anlage des zweiten Blattes, w Wurzeln. Wenig vergrößert.

befindlichen Eizelle führt. Die männlichen Organe oder **Antheridien**[1] (Fig. 450.) bestehen aus wenigen oder vielen kleinen runden Zellen, deren jede die Mutterzelle des eigentlichen demjenigen der Thiere ähnlichen männlichen Elementes ist, welches **Samenfaden** oder **Spermatozoid**[2] genannt wird. Dieses entsteht aus dem Inhalte jener Zellen, ist ein zellhautloses Protoplasmagebilde und stellt meist einen spiralig gewundenen, oft mit feinen Wimpern versehenen Faden dar, der nachdem das Antheridium sich geöffnet hat, sich im Wasser unter schraubenförmiger Drehung lebhaft fortbewegt; wenn er in den Hals der Archegonien eindringt, so verschmilzt er mit der Eizelle, welche dadurch befruchtet wird. Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich ein vielzelliges, anfangs noch vom erweiterten Archegonium eingeschlossenes Körperchen, **Embryo**. Dieser erwächst allmählich zur vollkommenen Pflanze, indem an ihm bald die erste Wurzel und das erste klein bleibende Blatt

1) Von ἀνθηρός blühend, mit Bezug auf die Anthere, welche bei den Phanerogamen das männliche Organ ist. 2) zusammengesetzt aus σπέρμα Samen und ζωϊδιος mit Thiergestalt versehen.

sich entwickeln, dem dann größere Blätter folgen. Der Vorkeim erhält sich nur noch kurze Zeit, bis die Pflanze hinreichend sich bewurzelt hat und dann vollkommen selbständig vegetirt. §. 140.

Es ist nicht schwer, aus diesen Hauptzügen des Entwickelungsganges die zwischen den Phanerogamen und Gefäßkryptogamen bestehenden Analogien und Abweichungen herauszufinden. Für die Morphologie der Pflanzen ist es aber von der größten Wichtigkeit, diese Beziehungen klar zu stellen, denn bei der Entstehung der Pflanzenwelt auf der Erde sind die Kryptogamen vor den Phanerogamen da gewesen, und die letzteren sind aus den ersteren hervorgegangen. Um also zu verstehen, wie dieser Uebergang sich schrittweise vollzogen hat, muß man wissen, welcherlei Organe der Phanerogamen und der Gefäßkryptogamen man als homologe auf einander zu beziehen hat. Hierbei leisten uns namentlich die Verhältnisse der Gymnospermen Dienste, da diese Pflanzen in der That den Uebergangsschritt von den Gefäßkryptogamen zu den Phanerogamen darstellen. Daß der Embryo im Samen der Phanerogamen dem gleichnamigen Gebilde bei den Gefäßkryptogamen entspricht, ist zweifellos, da sowohl die Herkunft wie das weitere Schicksal desselben bei beiden Pflanzen gleiche sind: hier wie dort ist er das Product der sexuellen Zeugung und entwickelt sich unmittelbar zur eigentlichen, aus Wurzeln, Stengeln und Blättern bestehenden Pflanze. Folglich erkennen wir auch in der Eizelle der Gefäßkryptogamen und im Keimbläschen (§. 128.) der Phanerogamen einander entsprechende Gebilde. Sogar das Archegonium der Gefäßkryptogamen, welches die Eizelle enthält, erkennen wir bei den Gymnospermen deutlich in dem Corpusculum (§. 138.) wieder. Wie nun die beiden Sexualorgane bei den Gefäßkryptogamen hervorgehen aus eigenthümlichen Zellen, den Sporen, so leiten sie auch bei den Phanerogamen ihren Ursprung ab von zwei eigenthümlichen Zellen. Das weibliche Organ, das Keimbläschen, stammt nämlich von dem in der Samenknospe gelegenen Embryosack (§. 128.) ab, und der letztere stellt sich uns somit als das Aequivalent einer Spore dar. Das männliche Organ der Phanerogamen entstammt aber den Pollenkörnern (§. 118); und somit sind auch diese den Sporen zu vergleichen. Und gerade in den Pollenzellen ist die Uebereinstimmung mit den Sporen, was Entstehung und Bau (s. unten) anlangt, eine so große, daß die Analogie beider nicht verkannt werden kann. In dem Pollenschlauch, den der Pollen bildet, bevor der sexuelle Act der Befruchtung vor sich geht, einerseits und in dem Endosperm, welches nebst den Keimbläschen im Embryosack gebildet wird, andererseits erkennen wir bei den Phanerogamen noch die letzten Ueberreste der Bildung eines Vorkeimes, wie er bei den Gefäßkryptogamen gefunden wird. Der Unterschied, der das Aeußerliche des ganzen Vorganges anscheinend sehr verändert, ist nur der, daß dasjenige, was bei den Phanerogamen schon auf der elterlichen Pflanze vorgeht, bei den Gefäßkryptogamen erst nach der Trennung von derselben zustande kommt. Die phanerogame Pflanze überläßt ihre zweierlei Sporen, wenn man den Embryosack und das Pollenkorn so nennen will, nicht wie die Gefäßkryptogame es thut, ihrem Schicksal, sondern Vorkeimbildung, Sexualact und Erzeugung des Embryo finden auf ihr statt. Und daraus ergiebt sich als nothwendig erforderlich die den Phanerogamen eigenthümliche Einrichtung, daß der männliche Vorkeim (Pollenschlauch) nach dem weiblichen Apparate (Embryosack) hinwachsen muß, um die Befruchtung ausüben zu können. So findet die auf die Phanerogamen beschränkte Einrichtung eines den Pollen empfangenden Organes, d. i. eines mit einer Narbe versehenen Pistilles, und somit weiter die ganze damit zusammenhängende Bildung von Blüten, ebenso aber auch das hier allein mögliche Vorhandensein von Samen (Organe, welche den auf dem Mutterindividuum gebildeten Embryo bergen) und das Fehlen dieser Dinge bei den Gefäßkryptogamen ihr erklärendes Verständniß. Ganz besonders wird die eben dargelegte Auffassung bekräftigt durch die Verhältnisse der heterosporen Gefäßkryptogamen (§ 141.), weil hier die Differenz männlicher und weiblicher Sporen, die bei den Phanerogamen in der Pollenzelle und dem Embryosack einen so hohen Grad erreicht, schon deutlich ausgeprägt ist; wir erkennen in den Mikrosporen den Pollen und in den Makrosporen die Embryosäcke der künftigen Phanerogamen. Außer den entsprechenden Functionen finden wir hier als weitere besonders auffallende Analogien die

§. 140. relativ große Zahl, in welcher die Mikrosporen den Makrosporen gegenüber gebildet werden, und die Entwickelung des Vorkeimes im Inneren der Makrospore sowie die Lage der Archegonien im Scheitel derselben. Auf den tieferen Stufen der Gefäßkryptogamen, den isosporen (§. 144.), sind die Sporen noch gleichartig, eine Differenz der künftigen, an den Vorkeimen erscheinenden Geschlechter ist also an der Mutterpflanze noch gar nicht vorgebildet. Wir schließen daraus, daß wie überall in der Natur differente Bildungen aus anfänglich Gleichartigem hervorgegangen sind, auch Pollen und Embryosack bei den Vorfahren der Phanerogamen, die jetzt noch in den isosporen Gefäßkryptogamen existiren, noch nicht differenzirt, noch gleichartige Sporen waren. Eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, die uns noch jetzt an die einstmalige Gleichheit des pollenbildenden (Anthere) und des den Embryosack erzeugenden Organes (Eikern der Samenknospe) erinnert, haben wir oben (S. 291) in den bei beiden analogen Zelltheilungen gefunden, welche zur Erzeugung der Urmutterpollenzellen und des Embryosackes führen.

Die Sporen der Gefäßkryptogamen haben, wie schon erwähnt, mit den Pollenkörnern die größte Aehnlichkeit. Wie diese (§ 118.) sind sie von annähernd runder Form, zeigen an ihrer Membran ebenfalls eine cuticularisirte, oft ungleichförmig verdickte äußere Sporenhaut oder das Exosporium[1] und eine innere nicht cuticularisirte Schicht, die innere Sporenhaut oder das Endosporium[2]. Bisweilen unterscheiden wir auf der Oberfläche der Spore noch eine dritte Partie der Haut, welche aus den Ueberresten eines in der Umgebung der Spore befindlich gewesenen Zellgewebes hervorgeht und eigenthümliche Beschaffenheit annimmt (S. 354); sie wird hier als Episporium[3] bezeichnet. Die Sporen haben einen aus dichtem Protoplasma bestehenden Inhalt. Nach Größe, Form und namentlich nach gewissen Besonderheiten in der Beschaffenheit der Membran zeigen sie je nach Klassen ꝛc. Verschiedenheiten, die unten erwähnt werden. Auch in der Bildung der Sporangien und Sporen (vgl. Fig. 465 u. 468.) kennt man jetzt bei den Gefäßkryptogamen gewisse übereinstimmende Vorgänge, in denen sich zugleich eine Uebereinstimmung mit der Bildung der Pollensäcke und des Pollens in den Antheren der Phanerogamen kund giebt. Die Differenzirung des Sporangiums in die Hülle (Sporangiumwand) und den von derselben eingeschlossenen Inhalt (der Sporen) erfolgt schon in den ersten Entwickelungsstadien. Wie sich bei den Pollensäcken frühzeitig von den die Antherenwand liefernden oberflächlichen Zellen eine Binnenzelle als Anfang des pollenerzeugenden Gewebes durch ihre veränderte Beschaffenheit (Größe und reichen Protoplasmagehalt) unterscheiden läßt (§. 118.), so lassen auch die Anlagen der Sporangien immer frühzeitig eine solche Binnenzelle, die dem sporenerzeugenden Gewebe den Ursprung giebt, auffinden. Dieselbe wird als Archesporium[4] bezeichnet. Wo die Sporangien metamorphosirte Blattabschnitte sind, das Archesporium also von Anfang an im inneren Gewebe des Organes liegt, da bilden die dasselbe umgebenden Zellen die Sporangiumwand. Wo aber die Sporangien aus einzelnen Epidermiszellen ihren Ursprung nehmen (Trichomgebilde, §. 53., sind), da theilt sich die Mutterzelle des Sporangiums in vier ringsum oberflächlich liegende Wandungszellen und in eine von jenen umgebene tetraedrische Innenzelle, das Archesporium. Dann werden ringsum das Archesporium, meist aus diesem selbst, tafelförmige Zellen erzeugt, die nicht zu Sporen werden, sondern in der Regel bereits während der Sporenbildung wieder desorganisirt werden, und die man Tapetenzellen nennt; das Analoge ist auch bei der Entwickelung der Antheren zu finden. Ebenso wie aus der Urmutterzelle des Pollens die Pollenmutterzellen, gehen nun aus dem Archesporium durch successive Zweitheilung die Sporenmutterzellen hervor, welche zuletzt durch zwei sich rechtwinklig kreuzende Theilungen in je vier tetraedrische Sporenzellen (Tetraden) zerfallen. Diese werden dann direct zu den Sporen, indem sie eine Membran bekommen, die sich zur Sporenhaut ausbildet.

---

1) Zusammengesetzt aus ἔξω außerhalb und σπορά Spore. 2) zusammengesetzt aus ἔνδον inwendig und σπορά Spore. 3) zusammengesetzt aus ἐπί auf und σπορά Spore. 4) zusammengesetzt aus ἀρχή Anfang und σπορά Spore.

§. 140. In der Befruchtung und Embryobildung zeigen die Gefäßkryptogamen folgende bei allen übereinstimmende Züge, die zugleich in vielen Stücken mit den Verhältnissen bei den Phanerogamen, insbesondere bei den Gymnospermen übereinkommen. Der Hals der Archegonien (vergl. Fig. 450) besteht aus vier Zellreihen, welche in der Mitte eine centrale Reihe von Zellen einschließen, die sich später auflösen und so den Halskanal erzeugen. Von diesen Zellen gehört nur eine ursprünglich dem Hals selbst an. Im Bauchtheile des Archegoniums aber befindet sich eine Centralzelle; von dieser grenzt sich der obere Theil als kleine Zelle ab, die Bauchkanalzelle, welche mit der Halskanalzelle zusammen den späteren Kanal ausfüllt. Die darnach von der Centralzelle übrig bleibende Zelle ist die Eizelle. Bei der Auflösung der Kanalzellen quellen die Membranen derselben zu Schleim auf, welcher den Kanal erfüllt und vor der durch Auseinanderweichen der Halszellen entstandenen Mündung des Archegoniums sich anhäuft. Dies geschieht kurz vor der Befruchtung. In diesem Schleim sammeln sich die Spermatozoiden in größerer Anzahl und werden durch denselben in das Archegonium hineingeleitet. Zur Befruchtung genügt es, daß ein einziges Spermatozoid mit der Eizelle verschmilzt; vielleicht geschieht bei jeder Befruchtung die Vereinigung nur mit einem einzigen. Nachdem dies geschehen ist, umgiebt sich das befruchtete Ei mit einer Cellulosemembran. Die Entwickelung der Eizelle zum Embryo ist in folgenden Punkten bei den meisten Gefäßkryptogamen gleich. Nur die Selaginelleen (S. 356) weichen darin ab und nähern sich noch mehr den Phanerogamen. Nach vorheriger Theilung des Zellkernes beginnt eine Theilung der Eizelle durch eine ungefähr horizontale Scheidewand (Basalwand) in eine obere und untere Zelle (Fig. 451.). Darauf wird zuerst eine rechtwinklig zur ersten stehende senkrechte Wand (Transversalwand), und dann eine jene beiden kreuzende ebenfalls verticale Wand (Medianwand), also im Ganzen aus der Eizelle acht Octantenzellen gebildet. Die weiteren Theilungen sind bei den verschiedenen Gefäßkryptogamen ungleich, doch werden nun oberflächliche und innerliche Zellen differenzirt; der Körper ist dabei zunächst noch von ungefähr kugelförmiger Gestalt und noch ganz in dem inzwischen erweiterten Bauch des Archegoniums eingeschlossen. Aber bald differenziren sich äußerlich die ersten Organe. Es wird nämlich das eine Paar der oberen Octanten zum ersten Blatt, hier ebenfalls Keimblatt oder Kotyledon genannt; von dem anderen Paar der oberen Octanten giebt die eine Zelle dem Vegetationspunkte des Stammes den Ursprung, der sich bald durch Auftreten der Scheitelzelle kenntlich macht. Aus dem einen derjenigen beiden Octanten, die in der unteren Hälfte dem Vegetationspunkte des Stammes polar gegenüberliegen, entwickelt sich die erste Wurzel. Aus dem anderen Octantenpaar der unteren Hälfte entsteht der sogenannte Fuß, welcher keine weiteren Differenzirungen erleidet, sondern durch Zelltheilungen nur zu einem großzelligen Gewebekörper wird, welcher ein Saugorgan darstellt, d. h. die Bestimmung hat, dem jungen Keim in der ersten Zeit seines Wachsthums die Nährstoffe aus dem Vorkeime zuzuführen; er bleibt daher mit dem letzteren im Verbande, indeß nach unten die erste Wurzel, nach oben das Keimblatt und der Stammvegetationspunkt hervortreten.

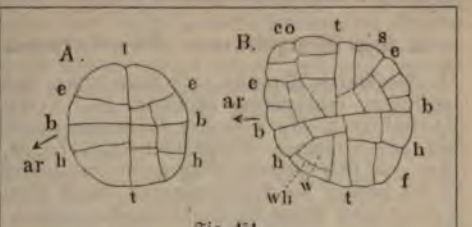


Fig. 451.

Zelltheilungen bei der Bildung des Embryo der Gefäßkryptogamen.

A Jüngerer, B etwas älterer Embryo im Durchschnittte, der bei ar befindliche Pfeil bezeichnet die Richtung der Archegoniumachse nach der Mündung des Archegoniums hin (vergl. Fig. 450.). bb die zuerst aufgetretene horizontale Scheidewand (Basalwand), tt die dazu rechtwinklig stehende Transversalwand; die beide vorigen kreuzende Medianwand liegt in der Ebene des Papieres. Es folgen dann zunächst die weiteren Scheidewände ee und hh, wodurch die Entstehung oberflächlicher und innerer Zellen eingeleitet wird. In B sind bereits die zukünftigen Organe des Embryo angelegt, co Kotyledon, s Stamm mit der Scheitelzelle, w Wurzel, wh Wurzelhaube, f Fuß.

Wie ſchon bemerkt, giebt es zwei Abtheilungen von Gefäßkryptogamen, ſolche mit zweierlei und ſolche mit einerlei Sporen, wobei zugleich auch Unterſchiede in der Entwickelung gegeben ſind.

A. Gefäßkryptogamen mit zweierlei Sporen (Cryptogămae[1] vasculāres[2] heterospŏrae[3]).

§. 141. Die Sporen ſind hier von zweierlei Art: 1) **Makroſporen**[4], welche verhältnißmäßig groß ſind, aber in geringer Anzahl in ihren Sporangien gebildet werden und bei der Keimung in ihrem Vorkeim die Archegonien und daraus die vollkommene Pflanze erzeugen; 2) **Mikroſporen**[5], welche mehrmals kleiner, in großer Anzahl in ihren Sporangien enthalten ſind und bei der Keimung nur die Antheridien erzeugen, auf die ihre Entwickelung beſchränkt bleibt. Die ſpäteren Geſchlechter ſind alſo ſchon in den zweierlei Sporen angedeutet und mithin ſchon an der Mutterpflanze zum Ausdruck gebracht. Zu dieſer Abtheilung gehören zwei Klaſſen: die Rhizokarpeen und die Selaginelleen.

1. Die Wurzelfarne. Rhizokarpeen. Rhizocarpĕae[6].

§. 142. I. **Vegetative Organe.** Die Rhizokarpeen ſind kleine Kräuter mit horizontalwachſendem, cylindriſchem bilateralen (§. 8.) Stengel, der in der Familie der Marſiliaceen (*Marsilia* und *Pilularia*) wurzelſtockartig im Boden kriecht und gleich den kriechenden Farnſtämmen (§. 147.) an der oberen Seite abwechſelnd rechts und links ſtehende Blätter, an der unteren Wurzeln trägt (Fig 453, A). In der Familie der Salviniaceen iſt der Stengel ſchwimmend, bei *Salvinia* iſt er an ſeiner Spitze im Waſſer abwärts geneigt, die Wurzeln fehlen, die Blätter ſtehen hier zu drei in Quirlen, welche nach gewöhnlicher Regel mit einander abwechſeln und an denen allemal die beiden der oberen Stengelhälfte angehörenden Blätter blattartig, kurzgeſtielt, elliptiſch, ganzrandig und ſchwimmend ſind, während das unterſeitige zu einem Waſſerblatte ſich entwickelt, nämlich in viele fadenförmige, im Waſſer herabhängende, daher wurzelähnliche Zipfel zertheilt iſt (Fig. 452, A). Die ähnliche *Azŏlla* hat dagegen echte Wurzeln an der Unterſeite des Stengels und an der Oberſeite zweireihig abwechſelnd ſtehende, zweilappige Blätter mit einem oberen ſchwimmenden und einem unteren untergetauchten Lappen. Die Blätter von *Pilularia* und *Marsilia* ſind aufrecht, in der Jugend gleich den Farnwedeln (§. 147.) ſpiralig eingerollt, bei der erſtgenannten ohne Blattſpreite (§. 83.), von pfriemenförmiger Geſtalt, bei der anderen haben ſie einen langen, fadenförmigen Stiel und eine Spreite, die aus vier keilförmigen Blättchen beſteht (Fig. 453, A). An den Stengeln ſtehen in gewiſſen Abſtänden abwechſelnd rechts und links Zweige, welche am unteren Rande der Blattbaſis entſpringen und ſich dem Hauptſtengel gleich verhalten. — Die jungen Pflanzen zeigen in den Blättern einfachere Verhältniſſe. *Salvinia* entwickelt zuerſt auf der Oberſeite des Stengels ein ſchildförmiges ſogenanntes Keimblatt oder Kotyledon; dann folgen einige einzeln ſtehende gewöhnliche Blätter, und darauf erſt erſcheinen die vollſtändigen Quirle mit den Waſſerblättern. *Pilularia* und *Marsilia* beginnen mit einem an der Oberſeite des Stengels ſtehenden kleinen, linealiſchen Keimblatte, auf welches Blätter in der gewöhnlichen Stellung folgen. Dieſe erreichen bei *Marsilia* erſt allmählich ihre vollkommene Form; die erſten derſelben bleiben unter Waſſer und klein, ihre Geſtalt geht vom Elliptiſchen ins Lanzettförmige und wird dann zwei-, zuletzt vierlappig, Spaltöffnungen (§. 53.) haben ſie nur auf der Oberſeite; ſie werden als Primordialblätter bezeichnet. Dann folgen die typiſchen langgeſtielten,

---

1) ☞ Seite 345, Note 1. 2) ☞ Seite 345, Note 2. 3) zuſammengeſetzt aus ἕτερος anders, ungleich und σπορά Spore. 4) zuſammengeſetzt aus μακρός groß und σπορά Spore. 5) zuſammengeſetzt aus μικρός klein und σπορά Spore. 6) gebildet aus ῥίζα Wurzel und καρπός Frucht, weil die Früchte in der Nähe des Wurzelſtockes an den Blättern oder am Grunde wurzelähnlicher Blätter ſitzen.

aus vier Blättchen zusammengesetzten Blätter, deren erste aber schwimmende Blättchen §. 142.
mit Spaltöffnungen an der Oberseite besitzen; die späteren sind erst wirkliche Luftblätter mit Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten. Letztere erzeugen sich aber nur an der Luft; wird die Pflanze wieder unter Wasser gesetzt, so werden abermals Schwimmblätter gebildet.

Das Wachsthum des Stengels geschieht bei den Rhizokarpeen noch mittelst einer Scheitelzelle (☞ §. 51, II, 1), welche bei *Salvinia* und *Azolla* durch abwechselnd rechts und links geneigte Scheidewände in zwei seitlichen Reihen stehende Segmentzellen bildet, bei *Pilularia* und *Marsilia* dagegen durch drei verschiedene Theilungsrichtungen in drei Reihen stehende Segmentzellen erzeugt. Bei den Salviniaceen entstehen die Blätter aus halben Segmenten an der Oberseite des Stengels, bei den Marsiliaceen aus den daselbst liegenden ganzen Segmenten; die Seitenknospen entstehen aus den unteren Theilen der Segmente, beziehendlich aus der unteren Reihe derselben. Die Segmente erfahren gesetzmäßige weitere Theilungen, aus denen die Gewebe des Stengels und die ersten Zellen der Blätter, Wurzeln und Seitenzweige hervorgehen. Ueberall lassen sich die letztgenannten Zellen auf bestimmte Segmente oder bestimmte Tochterzellen solcher zurückführen, so daß die zweizeilige Anordnung der Blätter an der Oberseite, und die Stellung der Wurzeln und der Zweige an der Unterseite des Stengels in diesen Vorgängen ihren Grund haben. Auch die ersten Anlagen der Blätter wachsen mittelst einer durch abwechselnd nach entgegengesetzten Seiten geneigte Scheidewände sich theilenden Scheitelzelle, die Wurzeln dagegen mittelst einer dreiseitig pyramidalen Scheitelzelle, welche sich in der §. 51, II, 1 beschriebenen Weise theilt. — Die Rhizokarpeen haben in allen Theilen einen einzigen, nach Art derjenigen der Farne zusammengesetzten, centralen Fibrovasalstrang (☞ S. 111 u. 118). Wie bei den Wasserpflanzen überhaupt, so besteht auch hier der Holztheil desselben meist nur aus wenigen engen Spiralgefäßen, bisweilen auch noch aus einigen Tüpfelgefäßen, und das Grundgewebe aus einem Parenchym, welches große, durch einfache Zellenschichten von einander getrennte Luftgänge (§. 48, I, 2) bildet. Die Epidermis hat echte Spaltöffnungen und häufig Haarbildungen. Der Fibrovasalstrang des Blattes stellt bei *Salvinia* eine Mittelrippe dar, von welcher beiderseits Seitennerven sich abzweigen; in den Blättchen von *Marsilia* theilen sich die Fibrovasalstränge wiederholt dichotomisch in zahlreiche Nerven.

II. **Fructification.** Die Sporangien der Rhizokarpeen werden nach den zweierlei Sporen, die sie enthalten, als Makro- und Mikrosporangien unterschieden. Bestimmte metamorphosirte Theile der Blätter stellen geschlossene Behälter dar, in denen die Sporangien sich befinden. Diese werden als Sporenfrüchte (conceptacula[1]) bezeichnet und sind bei den einzelnen Gattungen verschieden. Bei *Salvinia* sind es büschelig stehende metamorphosirte Abschnitte der Wasserblätter, kuglige Behälter, gebildet aus einer gleich den Blättern Lufthöhlen enthaltenden, mit Spaltöffnungen und Haaren ausgestatteten, ringsum geschlossenen Wand (Fig. 452.). Sie haben einen kurzen, von einem Fibrovasalstrange durchzogenen Stiel, der sich in den Innenraum als Mittelsäule fortsetzt und hier auf einer kopfartigen Anschwellung zahlreiche Sporangien trägt. Die einen dieser Früchte enthalten nur Makro-, die anderen nur Mikrosporangien (Fig. 452, B), beide sind aber übrigens einander gleich; auf jedem Blatte finden sich in der Regel beiderlei Früchte. Die in ihnen enthaltenen Sporangien werden erst nach Verwesung der Fruchthülle frei. Bei *Azolla*, wo die Früchte an der Basis kleiner Zweige auftreten, sind sie metamorphosirte Lappen des unteren Blattabschnittes und stehen paarweis an der Unterseite des Stengels. Ein Theil dieses Blattlappens bleibt blattförmig und umhüllt helmartig die beiden Früchte, welche denen von *Salvinia* gleichen, mit der Ausnahme, daß die mit Makrosporangien versehenen kaum halb so groß sind und eine in der oberen Hälfte harte, verholzte Wand besitzen. Die Früchte beider Gattungen entsprechen einem Sorus bei den Farnen (S. 369), die Hülle einem um denselben becherförmig sich schließenden Schleier (S. 371), auch sind die Sporangien wie dort Erzeugnisse der Epidermis; sie entstehen aus einzelnen Epidermiszellen

1) Behältniß, von concipere aufnehmen, fassen.

§. 142.

Fig. 452.

Der **schwimmende Büschelfarn** (*Salvinia natans* L.).

A Ein Stück der Pflanze mit einem Paar Schwimmblätter l und dem Wasserblatte w, an dessen Grunde die Sporenfrüchte f sitzen, in natürlicher Größe.
B Durchschnitt durch drei beisammensitzende Sporenfrüchte, a eine solche mit Makrosporangien, i solche mit Mikrosporangien. Die geschlossene Wand enthält Lufträume und trägt auf der Außenseite Haare. Der Stiel setzt sich als Mittelsäule in den Innenraum fort und trägt auf seinem verdickten Ende die Sporangien. 10fach vergrößert. Nach Sachs.

des Stieles. Die Sporenfrüchte von *Pilularia* und *Marsilia* stehen auf einem längeren oder kürzeren einfachen oder auch gabeltheiligen und dann mehrfrüchtigen Stiele, welcher auf der Vorderseite der Blattstiele, bald höher bald tiefer (Fig. 453, A bei x), bei *Pilularia* sogar an der Basis derselben entspringt. Sie haben eine vollständig geschlossene Wand von bedeutender Härte, indem unter der mit Spaltöffnungen und anfangs dicht mit Haaren versehenen Epidermis mehrere Schichten dickwandiger, verholzter Zellen liegen. Bei *Pilularia* ist das Innere der länglich-runden Frucht ein weiches Parenchym, welches zwei oder vier nebeneinander liegende Fächer einschließt; in jedem Fache befindet sich auf der äußeren Wand eine Längswulst, Sorus[1]) oder Placenta[2]) genannt, mit den Sporangien, die im untern Theile der Frucht Makro-, im oberen Mikrosporangien sind. Diese Früchte springen vom Scheitel aus vierklappig auf, und die in den Sporangien angehäufte Gallert quillt als ein Tropfen hervor, in welchem die beiderlei Sporen enthalten sind. Die Frucht von *Marsilia* ähnelt den zusammengewachsenen Schalen einer Muschel; beide Hälften tragen auf ihrer Innenseite quergestellte, übereinander liegende Fächer, die aus parenchymatischem Gewebe gebildet und mit ihren Enden einem Gewebewulst angewachsen sind, welcher inwendig auf der Rücken- und Bauchseite der Frucht ringsum läuft und beim zweiklappigen Aufgehen der Frucht als ein Gallertring hervortritt (Fig. 453, B), der infolge starken Aufquellens im Wasser sich so bedeutend ausdehnt, daß er die an ihm angewachsenen Fächer, die innerhalb der Frucht gedrängt standen, schließlich in weiten Entfernungen trägt (Fig. 453, C). Jedes Fach hat hier wiederum an der Außenseite einen leistenförmigen Sorus[1]), der von der Rücken- nach der Bauchseite der Frucht sich erstreckt und zugleich Makro- und Mikrosporangien trägt (Fig. 453, C u. D). Von *Marsilia* ist es erwiesen, daß die beiden Hälften der Frucht ursprünglich getrennte, aber sehr frühzeitig sich aneinander schließende Theile, gleichsam seitliche Hälften eines Blattabschnittes, die auf ihrer Innenfläche sitzenden Sori also ebenfalls den auf der Blattoberfläche entstehenden Sori der Farne (§. 148.) analog sind.

Die Sporangien sind, gleich denen der Farne (§. 148.), aus einer einfachen Schicht tafelförmiger Wandzellen bestehende, mit einem wenigzelligen Stielchen versehene häutige Säckchen. Die Mikrosporangien[3]) enthalten zahlreiche Mikro-

1) Von σωρός Haufen. 2) ☞ Seite 283, Note 1. 3) zusammengesetzt aus μικρός klein und sporangium ☞ Seite 345, Note 4.

§. 142.

Fig. 453.

Marsilĭa salvātrix Hanst.

A Vorderer Theil des Stengels mit Blättern b b, welche bei x die Stiele der Sporenfrüchte f f f tragen. k die Endknospe des Stengels, ½mal verkleinert.

B Eine Sporenfrucht, welche im Wasser sich zweiklappig öffnet und ihre Fruchthäufchen durch einen gallertigen Ring vereinigt hervortreten läßt; st der Stiel der Sporenfrucht. Wenig vergrößert. Nach Hanstein.

C Eine geöffnete Sporenfrucht, sch, deren Gallertring g g sich bis zum Zerreißen ausgedehnt hat und die zahlreichen Fruchthäufchen sr trägt. Nach Sachs.

D Ein Fruchthäufchen h, stärker vergrößert, mi die zahlreichen Mikrosporangien, ma die Makrosporangien. Nach Sachs.

sporen, die Makrosporangien[1] nur eine einzige sehr große Makrospore. Die Entwickelung derselben geht bei *Salvinia*, wo sie genauer bekannt ist, von den oberflächlichen Zellen des Scheitels der Mittelsäule aus. Dieselben wölben sich papillenartig vor und beginnen entweder sofort die Bildung der Sporangien (Makrosporangien) oder wachsen zu gegliederten Haaren aus, in deren Endzellen die Bildung der Sporangien erfolgt (Mikrosporangien). Die letztere ist bei allen Rhizokarpeen von der oben (S. 350) beschriebenen Art; das Archesporium ist eine einzige Centralzelle, und aus ihr gehen 16 Sporenmutterzellen hervor, welche sich

1) Zusammengesetzt aus μακρός groß und sporangium ☞ Seite 345, Note 4.

§. 142. in den Mikrosporangien sämmtlich, also zu 4×16 Mikrosporen ausbilden, während die Tapetenzellen aufgelöst werden und das Material liefern zu einer aus Plasma und Schleim bestehenden Substanz, in welcher die Mikrosporen eingebettet sind. In den Makrosporangien gelangt dagegen nur eine der 4×16 jungen Sporenzellen zur vollkommenen Ausbildung; sie vergrößert sich unter Annahme kugeliger Gestalt bedeutend, während die Tapetenzellen sowie sämmtliche rudimentär gebliebenen übrigen Sporenzellen schwinden (offenbare Analogie mit dem Keimbläschen und den Endospermzellen im Embryosack der Phanerogamen, §. 128.). Während nun die begünstigte Sporenzelle sich um das Mehrhundertfache vergrößert und endlich das inzwischen vergrößerte Sporangium nahezu ausfüllt, bleibt sie von der aus der Zerstörung jener Zellen herrührenden Plasmamasse eingeschlossen. Die letztere nimmt eine je nach Gattungen verschiedene Organisation an und stellt dann das Episporium der Sporenhaut dar. Im reifen Zustande hat nämlich die Makrospore eine sehr dicke, aus Schichten bestehende Haut, welche bei *Marsilia* und *Pilularia* besonders stark entwickelt ist. Auf dem Endosporium liegt hier eine homogene Haut, das Exosporium, und auf diesem befindet sich das erwähnte Episporium; und zwar folgt zunächst eine Schicht, welche in radialgestellte prismatische Säulchen differenzirt ist, darüber eine concentrisch geschichtete Gallerthülle; das Episporium wird gegen den Scheitel zu immer dicker, läßt aber die Mitte desselben in Form eines trichterartigen Ganges frei (Fig. 454, B.). Bei *Azolla* bildet die innere Schicht des Episporiums einen die ganze obere Hälfte der Makrospore einnehmenden Schwimmapparat aus poröser Substanz, vermöge dessen die freigewordene Makrospore auf der Oberfläche des Wassers sich erhält. Auch die die Mikrosporen dieser Pflanze vereinigende Masse bildet lufthaltige Poren, welche das Schwimmen derselben bedingen; sie ist überdies an ihrer Oberfläche mit widerhakenförmigen haarartigen Fortsätzen versehen, desgleichen ist die äußere Schicht der Makrospore hier mit langen, feinen Fäden bekleidet; vermittelst ihrer Häkchen werden die Mikrosporenmassen in den Fäden der Makrospore gefangen. Der Inhalt der Mikro- wie der Makrosporen besteht aus körnigem Protoplasma mit Oeltropfen und Stärkekörnern.

III. **Entwickelung.** Die Keimung der Mikrosporen der Rhizokarpeen schließt ab mit der Bildung von Spermatozoiden (§. 140.). Die Mikrospore von *Pilularia* und *Marsilia* theilt sich nach Auflösung der Stärkekörnchen durch zwei Querscheidewände in zwei größere und eine untere kleinere Zelle. Letztere ist die einzige Andeutung eines ganz rudimentär bleibenden Vorkeimes; aus den beiden ersteren werden dagegen durch wiederholte Theilung 32 kleine Zellen, deren jede ein Spermatozoid erzeugt; am Scheitel öffnet sich das Exosporium in drei Spalten, das Endosporium tritt als eine Blase hervor, zerreißt und läßt die Spermatozoiden austreten (Fig. 454, A.). Bei *Salvinia*, wo die Mikrosporen im Sporangium eingeschlossen bleiben, treibt jede einen die Sporangiumwand durchbohrenden Keimschlauch, in dessen Ende durch Querwände zwei Zellen abgegrenzt werden, deren Inhalt sich in mehrere durch Platzen der Zellen freiwerdende Spermatozoiden umwandelt. Diese sind bei den Rhizokarpeen lange, vielmal gewundene schraubige Fäden (Fig. 454, A, z.). — Die Makrospore entwickelt bei der Keimung in ihrem Scheitelraume ein Prothallium (S. 345), welches durch eine Querscheidewand von dem Hauptraume der Spore abgegrenzt ist; letzterer dient vermöge seines reichen Inhaltes zur Ernährung des ihm aufsitzenden Prothalliums und der weiteren Bildungen desselben. Durch Converwerden der Querscheidewand wird das Prothallium gehoben, es tritt bei *Salvinia* als ein chlorophyllhaltiges Gewebepolster zwischen den Lappen des Episporiums hervor und bildet auf seinem freien Rücken mehrere eingesenkte Archegonien (§. 140.); bei *Pilularia* und *Marsilia* tritt es in den unteren Theil des vom Episporium am Sporenscheitel freigelassenen Trichters und ist hier gänzlich ein einziges eingesenktes Archegonium; in diesem trichterförmigen Raume kommen die nach dem weiblichen Organe dringenden Spermatozoiden in großer Menge zusammen (Fig. 454, C.). Die Archegonien stimmen in ihrem Baue mit denen der Farne (S. 375 und Fig. 450.) überein. Dieselbe Uebereinstimmung besteht in der Hauptsache auch hinsichtlich der Entwickelung der Eizelle zum Embryo, insofern dieser unten mit einem Fuß im Prothallium sitzt, an der einen Seite die Scheitelzelle des Stengels und das Keimblatt, an der anderen

§. 142.

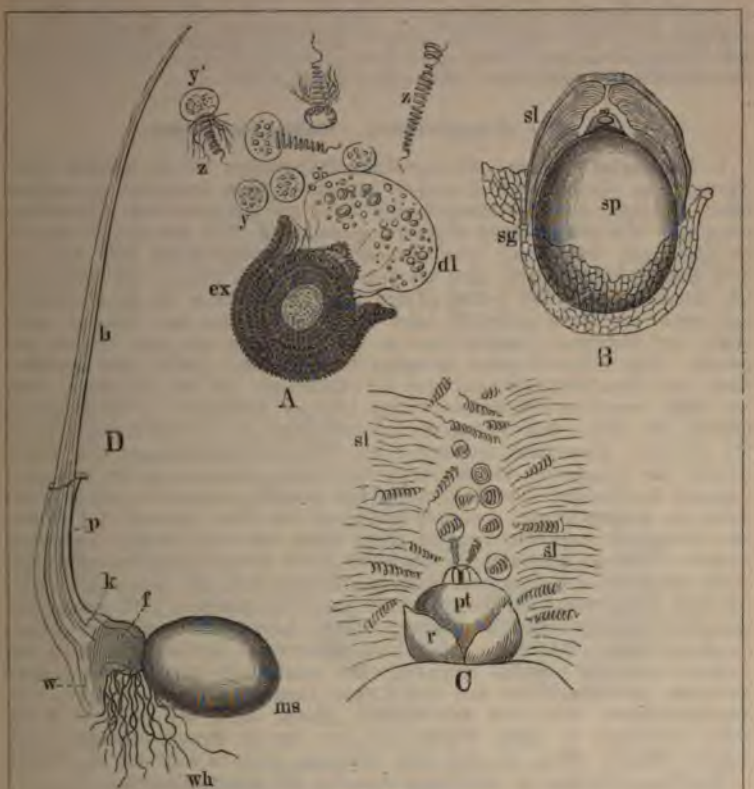


Fig. 454.

Entwickelung von Marsilia salvātrix Hanst.

A Eine geplatzte Mikrospore, dl das aus dem Exosporium ex herausgetretene Endosporium, zz die entleerten Spermatozoiden, yy deren anhängende, zum Theil abgegangene, mit Stärkekörnchen erfüllte Blasen. 550fach vergrößert. Nach Sachs.

B Eine Makrospore sp mit ihrer äußeren schleimigen Hautschicht sl; sg die zerrissene Wand des Sporangiums. 30fach vergrößert. Nach Sachs.

C Der obere Theil einer Makrospore; aus zerrissenen Hauttheilen r der Spore ist das Prothallium pt herausgetreten, durch die Schleimschicht sl dringen zahlreiche Spermatozoiden nach dem Prothallium. Nach Sachs.

D Eine aus der Makrospore ms erwachsene Keimpflanze von *Marsilia elāta*; p das Prothallium, welches durch den heranwachsenden Embryo bedeutend ausgedehnt worden ist, an der Spitze von dem ersten Keimblatt b durchbrochen. w Wurzel, k Stengelknospe, f Fuß des Keimlings. wh Wurzelhaare des Prothalliums. 30fach vergrößert.

die erste Wurzel entwickelt (Fig. 454, D.). Das Prothallium wächst einige Zeit noch, indem es den Embryo anfangs umgiebt, dann wird es von dem ergrünenden Keimblatte und von der ersten Wurzel durchbrochen. Die Keimpflanze bleibt mit dem Scheitel der Makrospore verbunden bis deren Nahrungsvorrath verzehrt ist.

Literatur über Rhizokarpeen. Bischoff, Die kryptogamischen Gewächse Deutschlands und der Schweiz. Nürnberg 1828. — Mettenius, Beiträge zur Kenntniß der Rhizokarpeen. Frankfurt a. M. 1846. — Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen der Keimung ꝛc. der höheren Kryptogamen. Leipzig 1851. — Pringsheim, Zur Morphologie der Salvinia natans, in Jahrb. f. wiss. Bot. III. 1863. — Hanstein, Befruchtung und Entwickelung der Gattung Marsilia. Ebenda IV. 1865. — Nägeli und Leitgeb, Entstehung und Wachsthum der Wurzeln bei den Gefäßkryptogamen, in Nägeli's Beitr. z. wiss. Bot. IV. 1867. — Millardet, Le prothallium male des Cryptog. vasc. Straßburg 1869. —

A. Braun, Marsilia und Pilularia, in Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1870. — Russow, Vergleichende Untersuchungen der Leitbündelkryptogamen. St. Petersburg 1872. — Strasburger, Ueber Azolla. Jena 1873. — Juranyi, Entwickelung der Sporangien und Sporen von Salvinia natans. Berlin 1873. — Sadebeck, Die Gefässkryptogamen, in Encyclopädie der Naturwissensch. 1. Abth. Breslau 1879 u. 1880.

2. Die Selaginelleen. Selaginelleae.

§. 143. I. **Vegetative Organe.** Die eigentlichen Selaginelleen sind moosähnliche Landpflanzen; ihr fadenförmiger Stengel hat eine Neigung horizontal zu wachsen, bildet an seiner Unterseite Wurzeln und ist in der Horizontalebene fiederförmig verzweigt. Die Zweigbildung ist zwar monopodial (§. 16.), aber von Dichotomie (§. 16.) wenig verschieden; denn der seitliche Vegetationspunkt tritt nahe an dem Scheitel des Stengels, noch oberhalb der jüngsten Blätter, also früher als sein Tragblatt auf. Der seitliche Sproß ist etwas schwächer als der Hauptsproß und etwas zur Seite gewendet; daher ist abwechselnd der linke und der rechte Zweig der Gabelung schwächer und in seiner Richtung von dem stärkeren abgelenkt. Die Blätter haben eiförmige Gestalt, schmale Basis, einen einfachen Nerv und Spaltöffnungen nur auf der Unterseite. An der Innenseite, nahe der Basis tragen die Blätter ein breites häutiges Anhängsel, ein Blatthäutchen (ligula, S. 192). Für die meisten charakteristisch ist die Bilateralität (§. 8.) des Stengels, womit eine Ungleichheit der Blätter zusammenhängt; diese bilden nämlich vier Längsreihen von ungleicher Ausbildung, besonders an den horizontal geneigten Sprossungen. Die der Unterseite des Stengels angehörigen beiden Zeilen haben die größten Blätter, und diese sind derart zur Seite gewendet, daß sie mit dem Stengel in einer und derselben Ebene liegen und ihre Oberseite nach oben wenden. Diejenigen Blätter, welche den beiden an der oberen Stengelseite befindlichen Zeilen angehören, sind kleiner und liegen dem Stengel dicht auf, so daß ihre Unterseite nach oben gewendet ist. Dagegen haben andere Selaginelleen, z. B. *Selaginella spinulosa*, gleichgestaltete, in mehreren Reihen stehende und nach allen Seiten gerichtete Blätter. Die Wurzeln entspringen immer an den Gabeltheilungen des Stengels und sind dichotom verzweigt. Bei manchen Selaginellen (*Selaginella hortensis*, *Martensii*) sind aber diese Organe sogenannte Wurzelträger, d. s. abwärtswachsende blatt- und chlorophyllose Zweige, welche erst wenn sie in den Boden eindringen in ihrem Scheitel aus dem inneren Gewebe (endogen) meist mehrere Wurzeln bilden, die aber auch bisweilen, wenn sie nicht mit dem Boden in Berührung kommen, zu beblätterten Sprossen sich weiter entwickeln.

Das Wachsthum der Selaginelleenstengel geschieht zwar meist durch eine Scheitelzelle (§. 51, II, 4) von verkehrt zweischneidiger Gestalt, bei manchen ist aber schon der Uebergang zu den Phanerogamen dadurch angedeutet, daß keine einfache Scheitelzelle vorhanden ist und das Meristem mehr den geschichteten Bau mit Dermatogen zeigt (§. 51, II, 4). Ueber die Anordnung der Gefäßbündel im Stengel ☞ S. 111, und über den radialen Bau der Gefäßbündel ☞ S. 119.

Zu den Selaginelleen gehört auch die in vegetativer Beziehung eigenthümliche Gattung *Isoëtes*. Ihr Stamm (Fig. 455, A) ist ein Knollen ohne Zweige und Längenwachsthum, der auf der oberen mit Blättern bedeckten sowie auf der unteren Seite plattgedrückt ist und auf seinen Seitenflächen zwei einander gegenüberstehende oder auch drei Furchen hat, die an der Unterseite zusammenlaufen. Die dicht hintereinander stehenden aufwärts wachsenden Blätter haben lang kegelförmige Gestalt und eine etwas scheidenartig verbreiterte Basis, über welcher auch hier eine Ligula vorhanden ist. In der Mitte haben sie den in einer Vertiefung der oberen Stammseite liegenden Vegetationspunkt zwischen sich, an welchem sich immer neue Blätter erzeugen, während die Seitenflächen des Stammes die Narben der abgestorbenen vorjährigen Blätter tragen. Die Blätter sind nach Art derjenigen der Wasserpflanzen gebaut, indem sie von vier durch zellige Querwände gekammerten Lufträumen durchzogen sind und einen Fibrovasalstrang enthalten. Die Knolle besteht aus einem Parenchym, welches mit Stärkemehl erfüllt ist und weiß erscheint. In der Mitte befindet sich ein dünner centraler Fibrovasalstrang. Ueber das eigenthümliche Dickewachsthum des Cambiums, wobei fast nur die Rinde mächtig

entwickelt wird, ☞ S. 142. Die Wurzeln kommen an der Unterseite in den Furchen zum Vorschein; unter der Mitte des Stammes finden sich die jüngsten, gegen den Rand hin die ältesten, entsprechend der allmählichen Verdickung desselben. Sie enthalten eine weite Lufthöhle und neben derselben einen excentrisch liegenden Fibrovasalstrang. Der Isoëtenstamm wächst durch eine zweischneidige Scheitelzelle (§. 51, II, 4). §. 143.

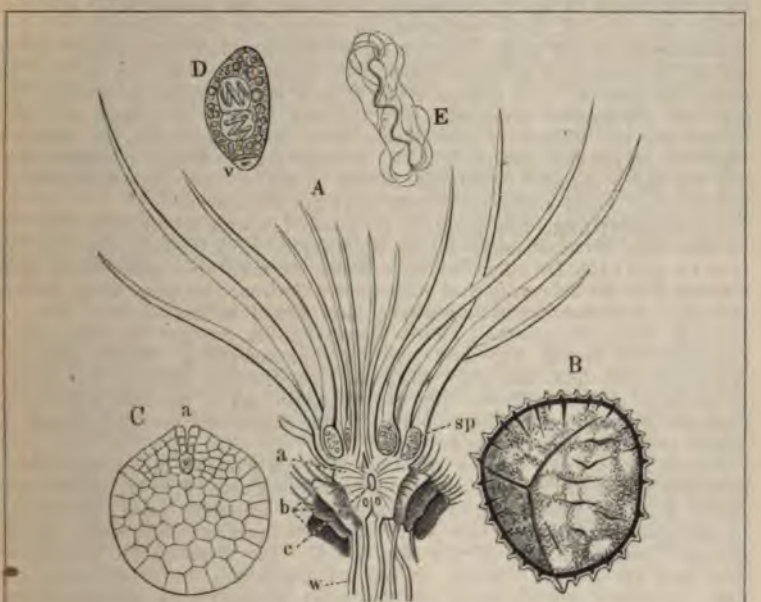


Fig. 455.

Das Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris* L.).

A Eine Pflanze in natürlicher Größe, a der durchschnittene Stengel, b die durch Dickewachsthum erzeugten Rindeschichten, c der centrale Fibrovasalstrang, w Wurzeln, sp Sporangien in der Achsel der Blätter. Nach v. Mohl.

B Eine Makrospore; auf der zugekehrten Seite sind die drei Kanten sichtbar, 60mal vergrößert.

C Längsdurchschnitt durch das in der Makrospore beim Keimen gebildete Prothallium, a ein Archegonium. Vergrößerung ebenso.

D Eine Mikrospore, deren Inhalt zunächst die rudimentäre Vorkeimzelle v und zwei je ein Spermatozoid bildende Zellen erzeugt hat, 500mal vergrößert.

E Ein Spermatozoid. Vergrößerung ebenso. B—E nach Sachs.

II. **Fructification.** Die Sporangien befinden sich wie bei den Lycopodiaceen (§. 145.) einzeln im Winkel der Blätter. Bei *Selaginella* bilden die sporangientragenden Blätter eine endständige Aehre. Bei *Isoëtes* sind alle Blätter fähig Sporangien zu bilden; dieselben sitzen auf der Innenseite des Blattgrundes unterhalb der Ligula und sind noch von einer Anschwellung der Blattmasse wie von einer Membran (Schleier) überzogen (Fig. 455.). Diejenigen von *Selaginella* sind rundlich-nierenförmige Kapseln; im reifen Zustande ist ihre Wand, nach Auflösung der Tapetenzellen, aus zwei Zellenschichten gebildet; sie öffnen sich bei der Reife mit einem Riß, welcher von einer Seite nach der anderen über den Scheitel hinweggeht und das ganze Organ halbirt. Bei *Isoëtes* aber sind sie inwendig von Zellensträngen scheidewandartig quer durchwachsen und springen bei der Reife nicht auf, sondern werden durch allmähliche Verwesung ihrer Wand geöffnet. Bei den Selaginelleen unterscheiden wir zweierlei Sporangien, insofern

§. 143. als sie theils Makrosporen[1] theils Mikrosporen[2] enthalten, im Uebrigen aber weichen sie nicht von einander ab. Bei *Selaginella* sitzen die Makrosporangien vorwiegend in den untersten Blättern der Aehre. Bei *Isoëtes* wechseln periodisch Anzahlen von Blättern mit der einen und solche mit der anderen Art Sporangien, und der Uebergang wird dann von einer Anzahl steriler Blätter gebildet, von welchen nur der Scheidentheil entwickelt ist. Die Mikrosporen sind in großer Anzahl in ihrem Sporangium vorhanden, aber ziemlich klein, und entstehen, wie oben (S. 348) beschrieben, zu je vier aus einer Mutterzelle. Die Makrosporen sind viel größer, rundlich tetraëdrisch (Fig. 455, B; bei *Isoëtes* finden sie sich ebenfalls in größerer Anzahl, bei *Selaginella* jedoch nur zu vier in einem Sporangium. Im letzteren Falle ist zwar anfangs auch eine größere Anzahl von Mutterzellen vorhanden, aber nur eine derselben vergrößert sich und bringt ihre vier Sporen in gewöhnlicher Weise zur Entwickelung, in analoger Weise wie bei den Rhizokarpeen (S. 350). Beiderlei Sporen haben ein Endosporium und ein auswendig mit Leisten und Buckeln verdicktes, meist gelbgefärbtes Exosporium; der Inhalt besteht aus Protoplasma mit Oeltropfen.

III. **Entwickelung.** Das Verhalten der beiderlei Sporen bei der Keimung ist in der Hauptsache übereinstimmend mit den Rhizokarpeen (vergl. S. 354). Die Mikrosporen (Fig. 455, D) bilden an ihrer Basis ebenfalls eine ganz kleine steril bleibende Zelle als Andeutung eines rudimentären Vorkeims; die ganze übrige Mikrosporenzelle theilt sich unter Beibehaltung ihrer Gestalt in vier (*Isoëtes*) oder in zahlreiche Zellen (*Selaginella*). Diese Primordialzellen erzeugen bei *Selaginella* sämmtlich, bei *Isoëtes* nur ihrer zwei die Spermatozoiden. Letztere sind bei *Selaginella* sehr klein, am spitzen Ende mit zwei Wimpern versehen, bei *Isoëtes* fadenförmig, an beiden Enden spitz und an beiden mit je sehr langen peitschenförmigen Wimpern besetzt (Fig. 455, E). Durch Aufspringen des Episporiums in Wasser werden die Spermatozoiden frei.

Die Makrosporen dagegen entwickeln hier ein ebenfalls in der Spore eingeschlossen bleibendes Prothallium: am Scheitel der Spore, d. i. da, wo die drei Kanten derselben zusammentreffen, beginnend und allmählich gegen den Grund fortschreitend entstehen durch freie Zellbildung kleine rundliche Zellen, welche schließlich den Sporenraum ganz erfüllen (Fig. 455, C). Die Membran der Makrospore wird dann am Scheitel gesprengt, so daß der Scheiteltheil des Prothalliums frei liegt. In diesem entstehen darauf ein oder einige Archegonien (Fig. 455, C, a). Es theilt sich nämlich eine äußere Zelle des Vorkeims in eine nach außen und eine nach innen gelegene Centralzelle; aus jener entsteht der aus vier Zellenreihen bestehende Halstheil, der mit dem Prothallium verwachsen bleibt, aus dieser gehen die Eizelle und zwei Kanalzellen, welche durch ihre Auflösung den Halskanal erzeugen, hervor.

Die Bildung des Embryo (vergl. S. 349) aus der befruchteten Eizelle zeigt bei *Selaginella* bereits die größten Uebereinstimmungen mit den Phanerogamen. Die letztere theilt sich in eine untere und eine obere Zelle; aus ersterer entwickelt sich ein Embryoträger, durch dessen Streckung die untere Zelle tiefer in das Prothallium hinabgeschoben wird; die letztere ist die Scheitelzelle des Stengels, sie grenzt durch zwei gegeneinander geneigte schiefe Wände zwei Segmente ab, welche das erste Glied des Stengels mit zwei Keimblättern erzeugen. Unter der einen Kotyledonanlage drängt sich eine Anschwellung hervor, welche den Fuß des Embryo darstellt. Durch seine Ausdehnung erfährt das erste Glied des Stengels ein ungleiches Wachsthum; letzterer wendet sich daher nach oben und wächst aus der Spore mit seinen beiden Kotyledonen aufrecht hervor; gleich oberhalb der Keimblätter bildet er die erste Verzweigung. Zwischen dem Fuß und dem Embryoträger entsteht die erste Wurzel, als eine Seitenwurzel.

Literatur über Selaginelleen. Hofmeister, Entwickelung der Isoëtes, in Abhandl. d. sächs. Ges. d. Wiss. IV. 1855. — A. Braun, Ueber Isoëtes, in Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1863. — Pfeffer, Entwickelung des Keims der Gattung Selaginella, in Hanstein's Bot. Abhandl. IV. 1871. — Außerdem die bei den Rhizokarpeen (S. 355) genannten allgemeinen Schriften über Gefäßkryptogamen.

1) ☞ Seite 350, Note 4. 2) ☞ Seite 350, Note 5.

B. Gefäßkryptogamen mit einerlei Sporen (Cryptogămae[1] vasculāres[2] isospŏrae[3]).

Die Sporen sind hier von einerlei Art und alle bringen bei der Keimung §. 144.
dasselbe Product: ein Prothallium, meist von etwas vollkommenerer Entwickelung als bei der vorigen Abtheilung, auf welchem gewöhnlich beide Geschlechtsorgane, die Antheridien und die Archegonien, zusammen gebildet werden; die Befruchtung erfolgt meist zwischen den Geschlechtsorganen eines und desselben Prothalliums, und gewöhnlich schreitet nur eines der befruchteten Archegonien zur Bildung eines Embryo und einer vollkommenen Pflanze fort. Der Unterschied der Geschlechter ist also an der sporenbildenden entwickelten Pflanze noch gar nicht angedeutet, sondern fällt erst in die Periode nach der Keimung der Sporen und ist durch die längere Entwickelung, die das hier vollkommnere Prothallium erst durchläuft, weiter hinausgerückt. In diese Abtheilung gehören die Klassen: Bärlappgewächse, Farne und Schafthalme. Viele Angehörige dieser Klassen sind vorweltliche jetzt ausgestorbene Pflanzentypen; unter diesen sind ohne Zweifel solche gewesen, welche die Lücke in der Entwickelungsreihe des Pflanzenreiches, die zwischen den isosporen und heterosporen Gefäßkryptogamen liegt, ausfüllten.

3. Die Bärlappe. Lycopodiacĕae.

I. **Vegetative Organe.** Die Bärlappe der Jetztzeit sind kleine immergrüne, §. 145.
ausdauernde Gewächse mit langgestreckten, mäßig dicken, verzweigten, theils kriechenden, theils aufrechten Stengeln, welche mit zahlreichen, kleinen, grünen Blättern meist dicht besetzt sind. Sie ähneln daher den Selaginelleen, mit denen sie auch in der Art der Verzweigung ganz übereinstimmen (☞ S. 356). Die kriechenden Stengel wachsen an der Bodenoberfläche oder auch innerhalb des Bodens und bewurzeln sich durch Nebenwurzeln, welche vorzugsweise aus ihrer Unterseite hervorkommen und gabelförmig verzweigt sind. Von den kriechenden Stengeln aus wachsen einzelne Zweige senkrecht auf und gabeln sich mehr oder weniger oft in Zweige; auf einem oder mehreren der letzteren wird die mit den Sporangien versehene Aehre gebildet (Fig. 456.). Die Gattung *Psilōtum* entbehrt der eigentlichen Wurzeln gänzlich; besondere unterirdische Stengelzweige, an denen die Blattbildung ganz zurücktritt, nehmen das Aussehen von Wurzeln an und functioniren als solche. Die Blätter der Bärlappe stehen meist in spiraliger Anordnung, bei manchen auch in Quirlen; sie haben linealische, spitze Gestalt und sind mit breiter, herablaufender Basis dem Stengel angesetzt. Bei manchen Arten, z. B. *Lycopodium complanātum*, sind die aufrechten Sprosse flachgedrückt; die Blätter stehen dann gegenständig und decussirt; der ganze Sproß ist dann in ähnlicher Weise bilateral und zeigt vorwiegend nur auf der Unterseite Spaltöffnungen, wie unter den Coniferen z. B. *Thuja* (S. 20, Fig. 7.). *Lycopodium selāgo* besitzt an den Stengeln Brutknospen, welche später abfallen und dann selbständig vegetiren; es sind kleine blattreiche Knospen mit vorgebildeter Wurzel. Einen abweichenden Typus repräsentirt die Gattung *Phylloglōssum*, welche einen einfachen, aufrechten Stengel besitzt, der nur am Grunde mit einem Quirl langgestreckter Blätter versehen ist und am oberen Ende die sporangientragende Aehre bildet; unter dem Blattquirle befindet sich ein Knollen mit einer eingesenkten Knospe, aus welcher im nächsten Jahre ein neuer Stengel sich entwickelt.

Das Wachsthum des Lycopodiaceenstengels zeigt ebenso ein Schwanken zwischen dem durch eine Scheitelzelle ausgezeichneten Typus und dem geschichteten Wachsthum mit Dermatogen, wie *Selaginēlla* (S. 356.). Ueber seine anatomische Beschaffenheit, insbesondere über seinen eigenthümlichen Gefäßbündelverlauf ist S. 111, über den radialen Bau des Gefäßbündels S. 119, Fig. 87. zu vergleichen. Die Wurzeln wachsen ebenfalls mittelst einer Scheitelzelle (☞ §. 51, II, 4); ihr Bau ☞ S. 120.

1) ☞ Seite 345, Note 1. 2) ☞ Seite 345, Note 2. 3) zusammengesetzt aus ἴσος gleich und σπορά Spore.

§. 145. Die Blätter entstehen unterhalb des Scheitels des Stengels aus dem Urmeristem desselben; sie hören frühzeitig an ihrer Spitze auf zu wachsen und vergrößern sich hauptsächlich durch Wachsthum an ihrer Basis.

II. **Fructification.** Die Sporangien befinden sich einzeln in der Achsel von Blättern (Fig. 456, b), welche in Mehrzahl an den Enden gewisser aufrechter Zweige sitzen. Bei *Lycopodium selāgo* sind diese Blätter von den sterilen nicht verschieden und daher die fructificirenden Stengelenden von dem sterilen Theil des Stengels nicht scharf abgegrenzt; bei den anderen Arten haben dieselben aber eine breitere, mehr schuppenförmige Gestalt und sind an den Enden verlängerter Zweige dachziegelförmig übereinanderliegend in eine walzenförmige Aehre vereinigt (Fig. 456, a). Die Sporangien von *Lycopodium* sind nierenförmige Säckchen, die an ihrer concaven Seite festsitzen (Fig. 456, b). Ihre Wand besteht aus mehreren Schichten von Zellen, deren äußerste an den Innen- und Seitenwänden starke, zum Theil fadenförmige Verdickungen zeigen; sie springt zur Reifezeit mit einem über den Scheitel gehenden Querriß auf, ganz wie bei den Selaginelleen. Bei *Psilōtum* sind die Sporangien dreiknopfig und dreifächerig, bei *Tmesiptēris* zweifächerig. Die Sporangien sind ein Erzeugniß der Innenfläche der Blattbasis; ihre Entwickelung geht von einer Epidermiszelle aus, welche durch eine der Oberfläche parallele Scheidewand in eine innere und eine oberflächliche Zelle sich theilt; aus ersterer wird das Archesporium, aus letzterer die Wand des Sporangiums in der oben (S. 348) beschriebenen Weise. In diesem Ursprunge aus einer Epidermiszelle des Blattes besteht Uebereinstimmung mit den Farnen und Equisetaceen. Hinsichtlich der Entstehung der Sporen gilt dasselbe, was von den Mikrosporangien der Selaginelleen gesagt wurde. Die Sporen sind alle von einerlei Art; sie haben tetraëdrisch-kugelige Gestalt; ihre Membran besteht aus einem Endosporium und einem gelbgefärbten, durch netzförmige Leisten verdickten Exosporium (Fig. 456.).

Fig. 456.
Der Kolben-Bärlapp
(*Lycopodium clavātum*).
a Stück des langhin kriechenden, wurzelnden, gabelig verzweigten, dichtbeblätterten Stengels, von welchem einzelne Zweige aufwärts wachsen und in die sporangientragenden Aehren übergehen. Verkleinert.
b Eins der dachziegelig sich deckenden Blätter der Aehre mit dem in der Achsel sitzenden Sporangium, vergrößert, daneben einige stärker vergrößerte Sporen.

Die Keimung und erste Entwickelung der Lycopodiaceen waren bis in die neueste Zeit unbekannt. Man hat einerseits die Entwickelung der Sporen zu Anfängen von Prothallien beobachtet, andererseits ein einziges Mal junge Pflanzen von *Lycopodium annotīnum* noch mit dem Vorkeim gefunden; dieser stellte ein unterirdisches, chlorophylloses, wulstiges Knöllchen dar, welches an der Oberfläche mit Wurzelhaaren besetzt und noch mit eingesenkten, vielzelligen Antheridien versehen war, also mit dem der Ophioglosseen (S. 374) gewisse Uebereinstimmung zeigte.

In der Vorwelt waren die Lycopodiaceen durch die in der Steinkohlenformation vorkommenden Schuppenbäume (*Lepidodēndron*) vertreten, deren starke, bis 35^{m} hohe, dichotom verzweigte Stämme mit spiralig stehenden rautenförmigen Blattkissen bedeckt sind, auf deren erhöhter Mitte die linealischen Blätter saßen. Im Durchschnitte zeigen sie einen Kreis von Fibrovasalsträngen, von denen Zweige durch die Rinde nach den Blättern abgehen. Auch die früher zu den Asterophylliteen (S. 364) gerechnete Gattung *Sphenophȳllum* mit quirlständigen, keilförmigen, am Ende abgestumpften oder gezähnten oder gelappten, mehrnervigen Blättern und mit walzenförmigen Aehren ist als eine Lycopodiacee

erkannt worden. Vielleicht auch hierher zu rechnen sind die ebenfalls in der Steinkohlenformation auftretenden Sigillarien, lange Stämme, deren Oberfläche mit scheibenförmigen, in Längsreihen geordneten Blattnarben bedeckt ist, und zu denen die Stigmarien als Wurzeln gehörten.

Literatur über die Lycopodiaceen: de Bary, Ueber die Keimung der Lycopodien, in Berichte d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. 1858. 4. — Hegelmaier, Bot. Zeitg. 1872, Nr. 45 ff. — Fankhausen, Bot. Zeitg. 1873, Nr. 1. — Mettenius, Ueber Phylloglössum, Bot. Zeitg. 1867. — Juranyi, Ueber Psilotum, Bot. Zeitg. 1871, pag. 180. — Außerdem die unter den Rhizokarpeen (S. 355) genannten allgemeinen Schriften über Gefäßkryptogamen.

4. Die Schachtelhalme, Schafthalme. Equisetacĕae.

§. 146. **1. Vegetative Organe.** Die fertige Schachtelhalmpflanze hat einen cylindrischen und gegliederten Stengel. Die Glieder (Internodien) sind durch Knoten mit einander verbunden, deren jeder ein dem nächsten Internodium anliegendes scheidenförmiges Blättergebilde trägt (Fig. 457.). Dasselbe ist am oberen Rande in eine Anzahl Zähne gespalten, von denen Längsleisten auf der Außenseite der Scheide herablaufen, die sich auch auf das darunter stehende Internodium fortsetzen. In den aufeinanderfolgenden Internodien alterniren die Scheidenzähne und die Leisten. Besonders charakteristisch für die Equisetaceen ist die eigenthümliche Zweigbildung. Die Zweige entstehen zwar nicht wie man bisher annahm, endogen im Innern des Stengels, sondern wie gewöhnlich aus einer äußeren Zelle des Vegetationspunktes, und zwar tief am Grunde der Blätterscheide, also achselständig; der Zweig wächst aber nicht zwischen Scheitel und Stengel hinauf, sondern quer durch die Basis der Scheide hindurch, so daß er an deren Außenseite hervorbricht. Trotz der achselständigen Stellung der Zweige ist dieselbe doch insofern ungewöhnlich, als sie nicht in den Medianen der Scheidenzähne, sondern immer genau alternirend mit ihnen stehen (vgl. Fig. 457.). An den über dem Boden sich entwickelnden sterilen Stengeln sind sie oft vollzählig und bilden dann einen Quirl (Fig. 457.).

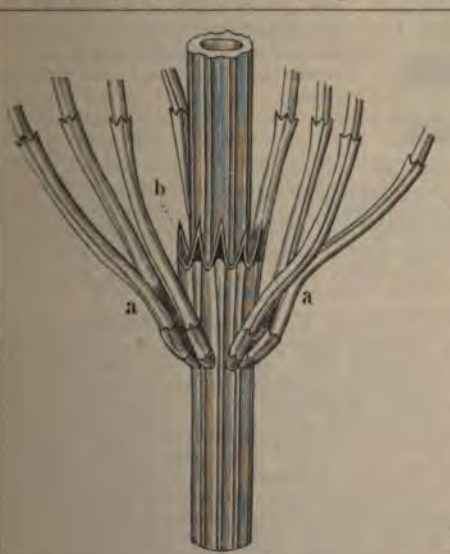


Fig. 457.
Stück des **Stengels** von **Equisĕtum palūstre**, mit einer Blätterscheide b, an deren Grunde auswendig die quirlständigen Zweige a a entspringen, welche mit den Zähnen der Blätterscheide alterniren. Schwach vergrößert.

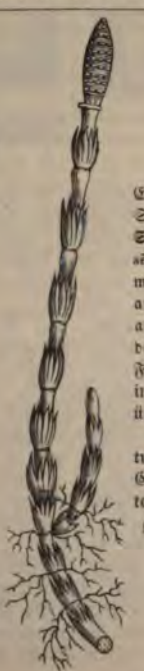


Fig. 458.
Ein fruchttragender Stengel des **Acker-Schafthalm** (*Equisĕtum arvēnse* L.) mit Blätterscheiden an den Gelenken; an der Spitze mit dem ährenförmigen Fruchtstande, unten in den Wurzelstock übergehend, welcher Nebenwurzeln trägt, die aus dem Grunde der Blätterscheiden entspringen. Verkleinert.

§. 146. Sie sind nach demselben Typus gebaut, wie der Stengel, nur dünner und die Zahl der Scheidenzähne ist geringer. Im Boden bilden sich Zweige, welche abwärts wachsen, nicht wie die oberirdischen Chlorophyll enthalten und häufig mit braunen Wurzelhaaren besetzt sind. Diese oft weitgehenden Verzweigungen bilden zusammen den perennirenden Wurzelstock, *rhizōma* (§. 72.), welcher die jährlich sich erneuenden, grünen oberirdischen Stengel hervorbringt. Bei manchen Arten schwellen gewisse Internodien des Wurzelstockes knollenförmig an; dabei sind die Parenchymzellen des vergrößerten Grundgewebes mit Reservenährstoffen erfüllt. Der Wurzelstock ist mit Nebenwurzeln versehen, welche aus den Seiten desselben und zwar einzeln allemal unterhalb eines Zweiges hervortreten (Fig. 458.). Die Stengel der Schafthalme sind hohl, jedes Internodium hat eine geräumige, lufterfüllte Markhöhle, welche an den Knoten durch eine dünne Querwand von derjenigen des nächsten Internodiums geschieden ist (Fig. 459.). Ueber den mit den Phanerogamen übereinstimmenden Verlauf und Bau der Fibrovasalstränge des Stengels ☞ S. 111 und 115, sowie Fig. 79 auf S. 110.

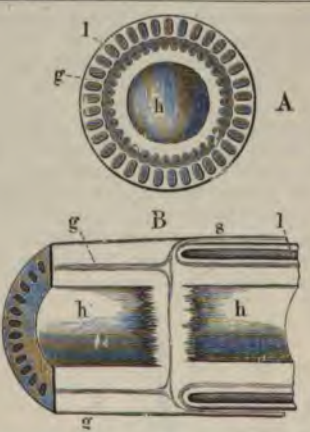


Fig. 459.
Der Stengel von **Equisĕtum Telmatēja** Ehrh.

A Querschnitt, h die Höhle im Marke, g die im Kreise stehenden Fibrovasalstränge, l die in der Rinde liegenden Luftkanäle. Schwach vergrößert (vergl. auch Fig. 79, auf S. 110).

B Längsschnitt an der Stelle eines Knotens, s die Blätterscheide, g wie in A, h h die Markhöhlen der beiden Stengelglieder, zwischen denen die Scheidewand am Knoten zu sehen ist. Schwach vergrößert.

Ueber das Wachsthum des Equisetaceenstengels durch eine Scheitelzelle ist S. 96 und Fig. 71 zu vergleichen. Die erste Anlage der eigenthümlichen Zweigbildung giebt sich schon frühzeitig, noch ehe die Gewebe des Stammes sich differenzirt haben, im Inneren der Basis der jungen Blätterscheide zu erkennen, indem daselbst eine sich vergrößernde innere Zelle die Form und die Theilung einer Stengelscheitelzelle annimmt.

II. **Fructification.** Die Sporangien der Equisetaceen befinden sich auf der Unterseite kleiner, schildartig gestielter Blätter mit sechsseitiger Außenfläche, welche wie die sterilen Blätter in Quirlen stehen, aber nur auf dem Gipfel der Stengel vorkommen, wo diese Quirle dicht gedrängt aufeinander folgen und zusammen eine länglich-eiförmige Aehre bilden (Fig. 458. u. Fig. 460, A). Der am Grunde der letzteren vorhandene Ring ist die unvollkommen ausgebildete letzte sterile Blattscheide (Fig. 460, A, r). Bei manchen Schachtelhalmarten, z. B. bei *Equisĕtum arvēnse* L., stehen die Fructificationen auf besonderen Stengeln, welche kein Chlorophyll besitzen, daher bleiche Farbe haben (Fig. 458.) und vor den grünen Stengeln zur Entwickelung kommen, aber gleich nach der Ausbildung der Sporen wieder absterben. Die Sporangien sitzen zu fünf bis zehn auf der Unterseite der Schilder; es sind kleine längliche Säckchen, deren Wand von einer Schicht dünnhäutiger, ring- und spiralförmig verdickter Zellen gebildet wird und an der dem Stiele zugekehrten Seite durch einen Längsriß sich öffnet (Fig. 460, B). Die Entstehung der Sporangien geschieht in ähnlicher Weise wie bei den Lycopodiaceen an der untern Fläche des jungen Schildchens, wobei je eine Zelle als

Archesporium zu unterscheiden ist, aus welchem die Sporenmutterzellen in der gewöhnlichen Weise hervorgehen (S. 348). In der eigenthümlichen Organisation, welche die Membran der Spore annimmt, stehen die Equisetaceen unter allen Gefäßkryptogamen einzig da. Dieselbe besteht nämlich aus drei Häuten. Außer dem gewöhnlichen Endosporium und dem cuticularisirten Exosporium unterscheiden wir hier noch eine dritte äußere Haut, welche an der reifen Spore in zwei Schraubenbänder zerreißt, die sogenannten Schleudern oder Elateren[1] (Fig. 460, C u. D). Diese umwickeln bei Feuchtigkeit die Spore vollständig, rollen sich aber bei Trockenheit auf und wiederholen wegen ihrer Hygroskopicität §. 146.

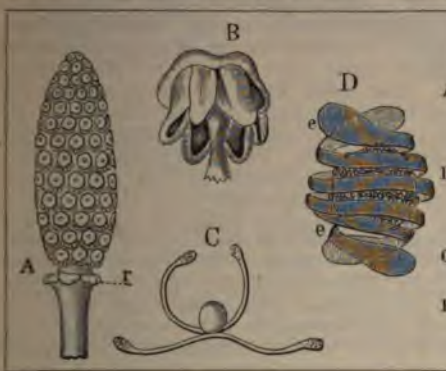


Fig. 460.

Der **Acker-Schafthalm** (*Equisetum arvense*).

A Spitze des fruchttragenden Schaftes mit der Fruchtähre, welche aus gestielten schildfgen Blättern besteht; r der aus den unteren unfruchtbaren Blättern gebildete Ring.

B Ein Schild der Fruchtähre, von der Unterseite gesehen, um den Stiel und die um denselben stehenden geöffneten Sporangien zu zeigen; schwach vergrößert.

C Eine Spore mit ihren beiden angewachsenen Schleuderfäden; stärker vergrößert.

D Eine Spore, deren äußere Haut sich soeben in die schraubigen Schleuderfäden e e zerspaltet; 800fach vergrößert.

diese Bewegungen bei jedem Wechsel des Feuchtigkeitsgrades; ein Hauch genügt, um die Sporen in Bewegung zu setzen. Der Inhalt der Spore ist durch Chlorophyll grün gefärbtes Protoplasma mit einem Zellkern und reichem Oelgehalt.

III. **Entwickelung.** Bei der Keimung der Spore wird das Exosporium gesprengt und abgestreift und aus der mit dem Endosporium umhüllten Zelle entwickelt sich der Vorkeim. In der Beschaffenheit desselben stehen die Equisetaceen den Farnen am nächsten, denn derselbe entwickelt sich über dem Boden in Form eines grünen, schmal bandförmigen, durch lappige Auszweigungen krausen Thallus, welcher an der Unterseite mit Wurzelhaaren besetzt ist. Die runde Sporenzelle grenzt zuerst eine kleine Zelle am Rande ab, welche zum ersten Wurzelhaar auswächst, während sie selbst sich rechtwinklig dazu in zwei Zellen theilt, deren jede zu einem Prothalliumfaden durch Quertheilungen auswächst. In den Endzellen treten dann bald erneute und sich wiederholende Theilungen durch Längswände ein, so daß der Faden mehr zu einem bandförmigen Körper wird. An die vorhergehenden Klassen der Gefäßkryptogamen erinnert aber der Umstand, daß die Prothallien hinsichtlich des Vorkommens der Geschlechtsorgane hier meist zweihäusig (§. 109.) sind; die männlichen Prothallien sind klein und dünn, die weiblichen bis 15 mm lang und fleischig, dick. Die ersteren haben die Antheridien an den Rändern und Enden ihrer Lappen, die letzteren die Archegonien auf der Oberseite der dickeren Lappen, wo der Vorkeim durch meristematische Zelltheilungen nach verschiedenen Richtungen ein mehrschichtiges kleinzelliges Gewebe bildet. Beide Geschlechtsorgane, desgleichen die Spermatozoiden sind denjenigen der Farne im Wesentlichen gleich (§. 140. u. 148.). Die Entwickelung der Eizelle zum Embryo beginnt in der gewöhnlichen Weise mit der Theilung durch eine horizontale Scheidewand und mit der Theilung beider Hälften durch sich kreuzende Wände in je vier Octantenzellen (S. 349.). Von den vier oberen Octanten, die der Mündung des Archegoniums zugekehrt sind, entwickelt sich einer zum Scheitel des Stengels, indem er die anderen bedeutend an Größe überflügelt. Um diesen Scheitel bildet sich dann ein aus drei Blattanlagen bestehender Ringwall, der wie alle späteren Blätter-

1) Ἐλατήρ Treiber, Beweger, Schleuderer.

scheiden den Stengel scheidenartig umgiebt. Von den vier unteren Octanten geben zwei dem Fuß den Ursprung; von den beiden anderen wird der eine, und zwar der dem Stengelscheitel polar entgegengesetzte, zur ersten Wurzel. Da das Archegonium auf der Oberseite des Prothallium steht, so wächst der junge Keimstengel gerade nach oben aus der Mündung desselben hervor. Die allmähliche Erstarkung desselben zur Schafthalmpflanze geschieht dadurch, daß aus dem dünnen Keimstengelchen sehr bald Zweige stärkeren Durchmessers, aus diesen wiederum stärkere hervorgehen, bis die normalen Verhältnisse erreicht sind. Schon von den ersten Zweigen wachsen einige abwärts in den Boden und geben dadurch zur Bildung des Wurzelstockes Veranlassung.

In der vorweltlichen Flora, in welcher die Equisetaceen ihre hauptsächliche Verbreitung hatten, kam außer stattlichen Repräsentanten der Gattung *Equisĕtum* ein jetzt ausgestorbener eigenthümlicher Typus dieser Ordnung vor in den riesenhaften baumartigen Calamiten. Von diesen finden sich die quergegliederten, längsgerippten Stämme, an denen keine Blattbildung mehr zu erkennen ist. Es sind aber die als Sternblätterpflanzen (*Asterophyllītēae*) bezeichneten Fossilien zum Theil die laubtragenden Zweige der Calamiten. Sie stellen gegliederte Stengel dar mit quirlständigen, schmalen, einnervigen Blättern, die aber nicht in eine Scheide, oder höchstens am Grunde etwas verwachsen sind.

Literatur über Equisetaceen: Milde, Beiträge zur Kenntniß der Equiseten. Bonn 1852. — Hofmeister, Ueber die Keimung der Equiseten, in Abhandl. d. sächs. Ges. d. Wiss. IV. 1855. — Derselbe, Sporenentwickelung der Equiseten, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. III. pag. 283. — Cramer, in Pflanzenphysiol. Untersuchungen von Nägeli und Cramer. III. 1855. — Duval-Jouve, Histoire naturelle des Equisetum. Paris 1864. — Rees, Entwickelungsgeschichte der Stammspitze von Equisetum, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. VI. 1864, pag. 209. — Milde, Monographia Equisetorum in Nova acta Acad. Leop. Carol. 1867. — Außerdem die unter den Rhizokarpeen (S. 355) genannten allgemeinen Schriften über Gefäßkryptogamen.

5. Die Farne, Farnkräuter. Filices.

§. 147. I. **Vegetative Organe.** Die Farne sind ansehnliche, meist perennirende krautartige, zum Theil aber auch baumartige Gewächse, an denen wir einen Stamm, meist große, sehr vollkommen organisirte Blätter, Wedel genannt, und Wurzeln unterscheiden.

1) Der Stamm ist bei den meisten Farnen von cylindrischer Gestalt und entweder kriechend oder aufrecht, nur bei den Marattiaceen knollenförmig. Der kriechende Stamm (Fig 462.) ist meist langgestreckt und der Unterlage aufliegend, indem er an Baumstämmen und Felsen klettert oder horizontal am Boden hinkriecht, oder auch, wie bei *Pteris aquilina*, unterirdisch in dieser Richtung wächst. Er stellt so, wie bei vielen perennirenden Phanerogamen einen Wurzelstock, rhizōma, (§. 72.), dar. Seine Wedel stehen in deutlichen Absätzen und meist zweizeilig, abwechselnd rechts und links, so jedoch, daß die beiden Zeilen der oberen Stammseite näher liegen. Er ist daher, besonders auch mit Rücksicht auf den Ursprung der Wurzeln an der unteren Seite und auf

Fig. 461.
Die Mauerraute
Asplenium Ruta muraria L.).

A Eine ganze Pflanze mit durchschnittenem Wurzelstocke, mehreren erwachsenen und zwei jungen Wedeln, in natürlicher Größe.

B Ein Blättchen des Wedels von der Unterseite gesehen, um die mit seitenständigem Schleier versehenen Fruchthäufchen zu zeigen. Schwach vergrößert.

§. 147.

Fig. 462.
Stück des unterirdischen **Wurzelstockes** von *Pteris aquilina*. ss Der Scheitel des Zweiges II, an welchen die Wedel, beziehentlich abgebrochenen Wedelstiele, vom ältesten 1 bis zum jüngsten 8 zweizeilig, abwechselnd rechts und links stehen. Das ältere Stammstück I trägt die beiden Gabeläste II und II_1. Der Wedelstiel 1 hat eine Knospe a getrieben, an welcher ein abgebrochener Wedel b. 1/3 der natürlichen Größe. Nach Sachs.

den anatomischen Bau, bilateral (§. 8.). Der aufrechte Farnstamm ist kurzgliederig, denn seine Wedel stehen gedrängt und ringsum in gleichen Divergenzen angeordnet (er ist also polysymmetrisch §. 8.). Meist ist er mehr oder weniger im Boden verborgen und stellt dann einen gerade oder schief aufsteigenden Wurzelstock dar, wie bei den meisten krautartigen Farnen (Fig. 461. u. 469.). Bei den Baumfarnen erhebt er sich aber gerade aufrecht über den Boden und erreicht hier baumstammähnliche Länge, ohne sich zu verzweigen; die Wedel stehen dicht beisammen auf der Spitze des Stammes; die Oberfläche der älteren, tieferen Stammtheile wird von den großen Narben der abgefallenen Wedel eingenommen, zwischen denen abgestorbene Spreuschuppen (S. 368) und auch Wurzeln sich befinden. Der Farnstamm verjüngt sich dauernd an seiner Spitze; hier befinden sich daher immer die jüngsten Wedel. Die älteren Wedel sterben in dem Maße ab, als an der Spitze neue sich bilden.

Der aufrechte Farnstamm ist meist unverzweigt, der kriechende dagegen hat häufig Zweige, welche schon nahe am Vegetationspunkte entstehen als Seitenknospen in der Achsel der Wedel. Oft stehen sie nicht genau in der Achsel, bei manchen Farnen sogar an den unteren Theilen der Wedelstiele, und auch diese wachsen zu Stammzweigen aus, wie z. B. bei *Pteris aquilina*, *Aspidium filix mas* u. a. Bei manchen Farnen kommen aber auch Adventivknospen (S. 156) vor und zwar auf den Wedeln. Dieselbe entwickeln sich zu Brutknospen, welche sich ablösen und selbständig weiter entwickeln können, so z. B. bei *Asplenium Bellanchēri*, *flabelliforme*, *bulbiferum*, *Cystopteris bulbifera*.

Das Wachsthum der Farnstämme geschieht mittelst einer Scheitelzelle (☞ §. 51, II, 4), welche bei den kriechenden Stämmen verkehrt zweischneidige Gestalt hat und durch abwechselnd nach rechts und links geneigte Scheidewände, die ihren beiden Seitenflächen parallel sind, Segmente bildet, bei den aufrechten Stämmen dagegen verkehrt dreiseitig pyramidale Form hat und nach drei Richtungen hin Segmente abtheilt. Ueber den anatomischen Bau der Farnstämme, insbesondere über den Verlauf ihrer Fibrovasalstränge und über den ihnen eigenthümlichen concentrischen Bau, in welchem der Grund liegt, daß der Farnstamm, auch der baumförmige nicht ausgenommen, eines secundären Dickewachsthumes (§. 59.) unfähig ist, vgl. S. 111. u. 118.

2. Die Wurzeln stehen an den kriechenden Stämmen entweder zerstreut an deren ganzen Oberfläche oder ausschließlich an der Unterseite derselben. An den aufrechten Stämmen entspringen sie aus dem Grunde der Wedelstiele. Die baumförmigen Stämme sind auch über dem Boden damit besetzt, oft von einer dicken Wurzelmasse umhüllt. Die Farnwurzeln sind daher wie bei allen Gefäßkryptogamen Nebenwurzeln (S. 219). Ueber ihr Wachsthum mittelst einer dreiseitigen Scheitelzelle vgl. S. 96, über ihren Bau S. 120. Bei den unvollkommensten Farnen, den Hymenophylleen, kommen noch keine Wurzeln vor; diese besitzen nur Wurzelhaare, welche am Stamme und an den Wedelstielen sitzen.

3. Die Wedel (frons) oder die Blätter der Farne sind meist sehr vollkommen entwickelte, stattliche blattförmige Organe, an denen fast immer ein unterer Theil

§. 147. als Stiel, ein oberer, blattförmiger Theil als Fläche oder Spreite (§. 83.) unterschieden wird. Der Stiel ist meist an der morphologischen Unterseite convex, an der oberen gefurcht, und seine Basis ist oft mehr oder weniger verdickt. Die alten Wedel sterben entweder so ab, daß die Basen der Stiele als unregelmäßig verbrochene Stumpfe stehen bleiben, oder sie gliedern sich in der Nähe des Grundes glatt ab. Etwas scheidenförmig, an die Blattscheide (§. 83, 3) erinnernd, ist die Wedelstielbasis bei *Osmunda*, und bei den Marattiaceen zeigt sie beiderseits kräftige flügelförmige Fortsätze, welche in der Knospe den Wedel bedecken und mit Nebenblättern (§. 83, 4) verglichen werden müssen. Die Fläche des Wedels hat bei allen Farnen schneckenförmig eingerollte Knospenlage (§. 92, 1, g), so daß die Oberseite das Innere der Krümmungen einnimmt. Mit fortschreitender Ausbildung rollen sich die Wedel von unten nach oben auf; die obersten Theile sind die jüngsten; sie entwickeln sich unter Beibehaltung ihrer Einrollung noch lange Zeit weiter, nachdem die unteren sich bereits ausgebreitet haben. Die Wedelfläche ist bei einigen Farnen ungetheilt und bildet eine blattartige Ausbreitung von linealischem bis eiförmigem Umrisse, welche von einer, auf der Unterseite hervortretenden Mittelrippe, einer Fortsetzung des Stieles, durchzogen ist. In den meisten Fällen aber ist sie getheilt, seltener gabelförmig (*Platycerium*, *Scolopendrium*), weitaus am häufigsten nach dem Typus gefiederter Blätter (§. 98; 99). Im letzteren Falle sind die Abschnitte erster Ordnung entweder ganz, oder nur am Rande gesägt, oder wiederum fiederförmig in Abschnitte zweiter Ordnung getheilt; und diese können abermals gefiedert sein. Bald ist der unterste Abschnitt erster Ordnung der größte und zusammengesetzteste, die folgenden von immer geringeren Dimensionen, bald ist ein mittlerer der gefördertste, und nach unten wie nach oben findet eine schrittweise Abnahme statt; dadurch wird der verschiedenartige Gesammtumriß der Wedelfläche bedingt. Bisweilen rücken die Fiederabschnitte soweit auseinander, daß sie an der Fortsetzung des Stieles beiderseits wie besondere Blätter angeordnet sind, bald gegen- bald wechselständig. In diesem Falle erfolgt die Entwickelung der Wedelfläche bisweilen in periodischen Unterbrechungen; so besonders bei den Gleichenien, wo nach Bildung jedes Fiederpaares die dazwischen stehende Spitze des Wedels im Knospenzustande bleibt, um in einer späteren Periode zu einem neuen Stücke mit einem neuen Fiederpaare sich auszubilden. Eine noch größere Aehnlichkeit mit einem blättertragenden Stengel zeigen die Wedel von *Lygodium*, welche einen windenden Stengel nachahmen, an welchem in weiten Abständen die gefiederten blattförmigen Abschnitte sitzen.

Die Wedel wachsen bei ihrer ersten Entstehung durch eine verkehrt zweischneidige Scheitelzelle, welche durch abwechselnd rechts und links geneigte Scheidewände zwei seitliche Reihen von Segmentzellen bildet. In den letzteren, und sehr bald auch in der Scheitelzelle selbst erfolgt dann eine Theilung durch eine dem Rande parallele Tangentialwand. Die dadurch entstandenen äußeren Zellen zerfallen dann wieder durch eine rechtwinklig zum Rande gerichtete Radialwand in zwei nebeneinanderliegende Zellen, in denen dann derselbe Proceß sich wiederholt, so daß immer jede Randzelle in eine innere Zelle und zwei neue Randzellen zerfällt. Von nun an wächst der junge Wedel am ganzen Rande vermittelst dieser Randzellen. Die Fiederabschnitte entstehen, indem Gruppen von Randzellen mit lebhafter Theilung abwechseln mit solchen von langsamerer Theilung. Während der wachsende Rand einschichtig ist, bildet sich aus den inneren Zellen das mehrschichtige Gewebe des Wedels, besonders die Fibrovasalstränge, indem in diesen Zellen außer anderen Theilungen auch solche parallel der Wedelfläche auftreten.

Der anatomische Bau der Farnwedel stimmt im Wesentlichen mit demjenigen der Laubblätter der Phanerogamen überein, denn sie besitzen eine mit Spaltöffnungen versehene Epidermis (§. 53.), ein chlorophyllreiches Mesophyll (§. 58.) von gewöhnlichem Baue und ein das letztere durchziehendes System von Fibrovasalsträngen. Nur bei den Hymenophylleen ist keine Differenzirung von Epidermis und Mesophyll vorhanden: die Wedelfläche besteht hier nur aus einer einzigen Schicht chlorophyllhaltiger Zellen oder aus wenigen Schichten solcher, die dann einander ziemlich gleich und ohne Intercellulargänge mit einander verbunden sind; nur im Verlaufe der Fibrovasalstränge, die auch in diesen Wedeln vorhanden sind, ist das

Gewebe mehrschichtig. Bei allen Farnen bilden ebenso wie in den Blättern der Phanerogamen die Fibrovasalstränge der Wedelfläche die Nerven (nervi, §. 90.) derselben. Der Stiel setzt sich der Länge nach als Mittelrippe (costa) durch den Wedel fort. Selten ist dieselbe unverzweigt; in dichotom getheilten Wedeln ebenfalls gabelförmig verzweigt; bei den allermeisten Farnen aber fiederförmig. Es gehen dann aus ihr Seitennerven zweiter Ordnung (nervi secundarii) hervor, welche häufig wiederum fiederförmig in Seitennerven dritter Ordnung (nervi tertiarii) sich verzweigen; oft geht diese Verzweigung durch mehrere Grade fort; doch sind bisweilen die Nerven letzter Ordnung dichotom. Ist die Wedelfläche getheilt, so entspricht jedem Abschnitte ein Fiedernerv, welcher den Mittelnerv desselben darstellt. Wenn ein Nerv gefiedert ist, so hat man zu beachten, ob sein 1., 3., 5. ꝛc. Fiedernerv aus der der Basis des Wedels zugekehrten Seite, der 2., 4., 6. ꝛc. aus der anderen Seite entspringen, oder ob die umgekehrte Anordnung stattfindet; im ersteren Falle spricht man von katadromen[1], im letzteren von anadromen[2] Nerven. Die Nervatur der Farnwedel ist so mannichfaltig und zugleich für die Systematik dieser Klasse so wichtig, daß man für bestimmte Typen derselben folgende kurze Bezeichnungen eingeführt hat, welche nach gewissen Farngattungen, bei denen diese Nervaturen vorkommen, benannt sind. 1) Nervatio Caenopteridis, wenn der Wedel oder Wedelabschnitt nur eine Mittelrippe, ohne Seitennerven besitzt (Fig. 463, 1). 2) Nervatio Ctenopteridis, wenn die Mittelrippe in fiederförmiger Anordnung Seitennerven abgiebt, welche in gerader Richtung gegen den Rand laufen und unverzweigt oder höchstens einmal gabelig getheilt sind (Fig. 463, 2). 3) Nervatio

§. 147.

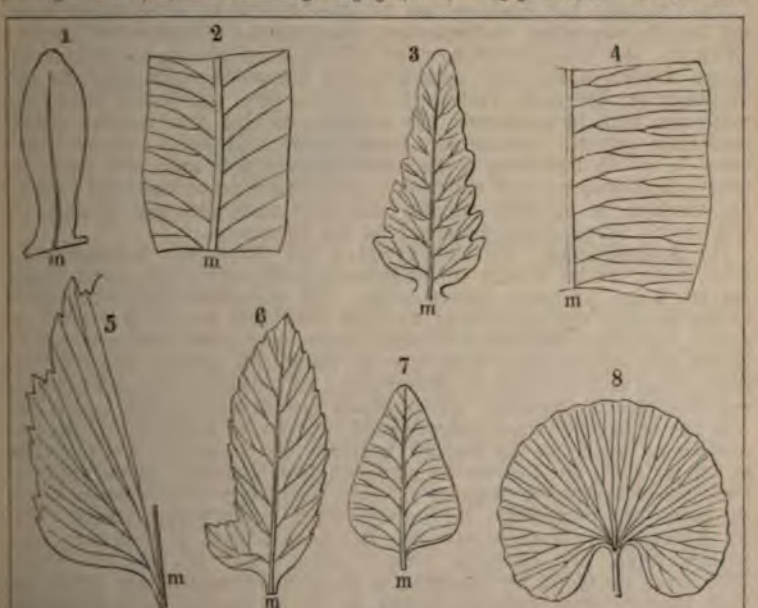


Fig. 463.

Die Nervaturen der Farnwedel.

1) Nervatio Caenopteridis. 2) N. Ctenopteridis. 3) N. Pecopteridis. 4) N. Taeniopteridis. 5) N. Sphenopteridis. 6) N. Eupteridis. 7) N. Neuropteridis. 8) N. Cyatheridis.

[1] κατά abwärts und δρόμος Lauf. [2] von ἀνά aufwärts und δρόμος Lauf.

Pecopteridis, wenn von der Mittelrippe fiederförmig und in gerader Richtung ausgehende Seitennerven zweiter Ordnung abermals fiederförmig in dünnere Seitennerven dritter Ordnung, diese wohl auch nochmals in gleicher Weise verzweigt sind (Fig. 463, 3). 4) Nervatio Taeniopteridis, wenn von der Mittelrippe in einem rechten Winkel die Seitennerven zweiter Ordnung ausgehen, sich ein- oder mehrmals gabelig theilen und sämmtliche Zweige untereinander parallel in gerader Richtung bis an den Rand laufen (Fig. 463, 1). 5) Nervatio Sphenopteridis, wenn von der Mittelrippe aus in sehr spitzem Winkel die Seitennerven zweiter Ordnung ausgehen und ebenfalls in sehr spitzem Winkel durch gabelige oder fiederförmige Theilung Seitennerven höherer Ordnung abgeben, mit denen sie alle in gerader Richtung gegen den Rand laufen (Fig. 463, 5). 6) Nervatio Eupteridis, wenn die Seitennerven erster Ordnung aus der Mittelrippe hervorgehen in einem Winkel, der die Mitte hält zwischen den beiden vorigen Fällen und mit ihren weiteren gabeligen oder fiederförmigen Zweigen ebenfalls in gerader Richtung gegen den Rand laufen (Fig. 463, 6). 7) Nervatio Neuropteridis, wenn aus der Mittelrippe in fiederförmiger Anordnung die Seitennerven erster Ordnung in spitzem Winkel ausgehen, aber in einem gegen die Mittelrippe convexen Bogen gegen den Rand laufen, wobei ihre gabeligen Verzweigungen mit ihnen die gleiche Richtung einschlagen (Fig. 463, 7). 8) Nervatio Cyclopteridis, wenn keine Mittelrippe vorhanden ist, sondern vom Grunde aus alle Nerven unter wiederholter Gabeltheilung in gerader Richtung nach allen Seiten hin gegen den Rand ausstrahlen (Fig. 463, 8).

Die Oberfläche des Stammes und der Wedelstiele ist bei vielen Farnen besetzt mit braunen oder gelben, trockenhäutigen, chlorophyllosen Schuppen, den Spreuschuppen oder Spreublättchen (palĕae[1]). Sie stehen am dichtesten an den jungen Theilen, hüllen daher gewöhnlich die Stammspitze ganz ein. Es sind Bildungen der Epidermis (Trichome §. 98.). Manchmal sind sie nur haarförmig, meist aber breit, schuppenförmig und bestehen dann aus einer einfachen Schicht meist etwas gestreckter, inhaltsleerer, ziemlich dickwandiger Zellen. An der Spitze haben sie oft eine kopfförmige Drüse. Am Grunde sind sie nicht selten mehr oder weniger herzförmig und meist mit einem kurzen Stielchen auf der Epidermis befestigt; das Stielchen ist bisweilen vielzellig und bleibt dann nach dem Abfallen der Schuppe als starrer Zapfen stehen, wie bei den Cyatheaceen.

§. 148. II. **Fructification.** Die Sporangien der Farne sind verhältnißmäßig kleine, runde, mit den Sporen erfüllte Behälter, welche meist in sehr großer Anzahl auf der Fläche der Wedel gebildet werden. Die mit denselben versehenen Wedel werden fertile[2] oder fructificirende zum Unterschiede von den sterilen[3] genannt. Die fertilen erscheinen in der Regel erst am erwachsenen Farnkraute, und es werden dann entweder lauter fertile oder nur einige solche gebildet. Dann sind die letzteren meist in ihrer Gestalt den sterilen gleich; bei manchen Farnen aber haben sie eine abweichende Beschaffenheit. Bei *Blechnum spicant* stehen sie z. B. vertical aufrecht und haben sehr schmale Fiederabschnitte, während die sterilen stärkere Flächenentwickelung zeigen und im Umkreise horizontal sich ausbreiten. Bei *Osmunda* ist nur der obere, bei *Aneimia* der untere Theil des gefiederten Wedels fructificirend, und die betreffenden Abschnitte sind durch Zurücktreten der Flächenentwickelung auf ähren- oder rispenartige, mit den Sporangien besetzte Rippen reducirt. Bei den Ophioglosseen (*Ophioglossum* und *Botrychium*) giebt es meist nur einen einzigen Wedel, der alljährlich erneuert wird. Dieser ist daher an seinem Grunde von den Resten der abgestorbenen älteren Wedel umgeben und schließt mit seiner scheidenförmigen Basis die Anlagen der für die folgenden Jahre bestimmten Wedel ein. Er hat eine scheidenförmige Basis, welche in einen Stiel übergeht, auf welchen die Wedelfläche folgt. Diese ist bei *Ophioglossum* ein ungetheiltes, bei *Botrychium* ein ein- oder mehrfach fiederförmig gelapptes oder getheiltes Blatt. Der fertile Theil geht als Zweig von dem Wedelstiele unterhalb der Wedelfläche ab, erhebt sich stielartig und trägt bei *Ophioglossum* eine ährenartige

1) Palĕa die Spreu. 2) fertilis fruchtbar. 3) sterilis unfruchtbar.

§. 148.

Fig. 464.

Der gebräuchliche Wurmfarn (*Aspidium filix mas*).

1 Der Wedel, vom Stiele abgeschnitten. Verkleinert.

2 Der obere Theil des Wurzelstockes mit dem Stiele eines oben abgeschnittenen Wedels, den Fig. 1 zeigt. Verkleinert.

3 Ein Fiederblättchen von der Unterseite gesehen, um die auf dem Rücken der Nerven sitzenden Fruchthäufchen mit ihrem nierenförmigen Schleier zu zeigen, welcher die zahlreichen Sporangien bedeckt.

Vereinigung in zwei Reihen stehender Sporangien; bei *Botrychium* ist er wie der sterile Theil fiederförmig verzweigt und trägt an den Fiederabschnitten zweizeilig angeordnete Sporangien (Fig. 469.).

Nach der Entstehung und Beschaffenheit der Sporangien unterscheiden wir wenigstens zwei Abtheilungen der Farne, 1) die echten Farnkräuter, bestehend aus den Familien Hymenophyllaceen, Davalliaceen, Cyatheaceen, Polypodiaceen, Parkeriaceen, Schizäaceen, Gleicheniaceen und Osmundaceen, 2) die Marattiaceen und Ophioglosseen. Bei den erstgenannten nimmt das Sporangium aus einer Epidermiszelle des jungen Wedels seinen Ursprung, ist also als ein metamorphosirtes Trichomgebilde zu betrachten, bei den zweiten nehmen zugleich auch innere Zellen des Wedels an der Bildung des Sporangiums Theil, letzteres hat mehr oder weniger den Werth eines metamorphosirten Wedelstückes. Zu diesem genetischen Unterschiede treten auch noch solche der Beschaffenheit der ausgebildeten Sporangien.

1) Die Sporangien der echten Farnkräuter sind kleine, mehr oder weniger langgestielte oder auch sitzende dünnwandige Kapseln, welche oberflächlich an den Wedeln stehen. Der Ort, den sie hier einnehmen, und ihre Anordnung ist bei den einzelnen der oben genannten Familien und selbst noch Gattungen wieder sehr verschieden. Die überwiegende Mehrzahl der Farne trägt diese Organe auf der Unterseite des Wedels, manche am Wedelrande. Bei den meisten stehen die Sporangien in einzelnen kleinen Gruppen, deren gewöhnlich eine große Zahl an einem Wedel sich befindet und deren jedes als Fruchthäufchen (sorus[1]) bezeichnet wird. Meistens besteht das Fruchthäufchen aus vielen Sporangien; es giebt aber

1) Vom Griechischen σωρός Haufen.

§. 148. auch Farne, wo es nur von einem einzigen oder von wenigen Sporangien gebildet wird. Im ersteren Falle nennen wir es polyangisch[1], im letzteren monangisch[2] beziehendlich oligangisch[3]. So kommen bei den Schizäaceen monangische Fruchthäufchen vor; die schmalen fertilen Abschnitte der Wedel bilden ährenartige Stände, an denen die Fruchthäufchen zweireihig angeordnet sind, jedes aus einem einzigen, von einem taschenförmigen Schleier (s. unten) umgebenen oder auch schleierlosen Sporangium gebildet. Auch bei den Parkeriaceen (wie *Ceratopteris*) stehen die Sporangien einzeln auf den Nerven der Unterseite. Andererseits sind bei manchen Farnen, z. B. bei *Acrostichum*, die Sporangien gleichmäßig über die ganze Unterfläche des Wedels mit Ausnahme der Mittelrippe vertheilt, so daß keine individualisirten Fruchthäufchen zu sehen sind. Wo aber distincte und zwar polyangische Sori, wie bei den meisten Farnen, vorkommen, da sitzt das Fruchthäufchen auf einer mehr oder weniger verdickten, erhabenen Stelle der Wedelfläche, beziehendlich auf einer Verlängerung eines Nervs über den Rand des Wedels. Diese Stelle wird das Receptaculum[4] genannt. Es hat immer eine bestimmte Beziehung zu den Nerven des Wedels. Darnach unterscheidet man: seitenständige Fruchthaufen (sorus lateralis[5]), wenn sie an einer Seite des Nervs sitzen, wobei sie gewöhnlich eine dem letzteren folgende mehr oder minder gestreckte Form haben (Fig. 461.); rückenständige Fruchthaufen (s. dorsalis[6]), wenn sie unterhalb des Nervenendes gerade über dem Rücken des Nervs stehen (Fig. 464, 3 u. Fig. 465, A);

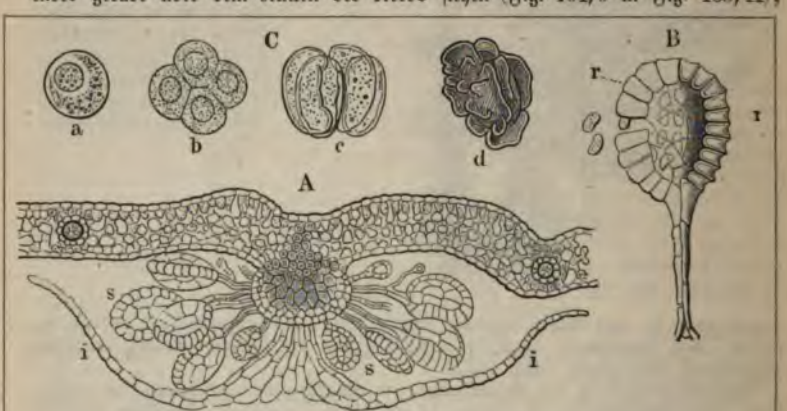


Fig. 465.

Fruchthäufchen, Sporangien und Sporen von Aspidium filix mas.

A Durchschnitt durch ein Blatt an der Stelle eines über einem Nerv sitzenden, also rückenständigen Fruchthäufchens, i der Schleier, s Sporangien. Vergrößert.
B Ein Sporangium stärker vergrößert, r der verticale Ring, der an der rechten Seite aus dickwandigen, an der linken aus dünnwandigen Zellen besteht. Einige Sporen sind aus der entstandenen Oeffnung herausgefallen.
C Entwickelung der Sporen. a eine Sporenmutterzelle, b dieselbe nach stattgefundener Viertheilung, c die vier Tochterzellen in Sporen sich ausbildend, d eine ausgebildete Spore mit den leistenförmigen Verdickungen des Exosporiums. 550fach vergrößert.

endständige Fruchthaufen (s. terminalis[7]), wenn sie das Ende des Nervs einnehmen. Im letzteren Falle steht der Sorus entweder auf der Wedelfläche, wenn der Nerv, dessen Ende er aufsitzt, innerhalb der letzteren endigt, wie bei *Polypodium*-Arten und Cyatheaceen, oder er befindet sich unmittelbar am Wedelrande, wenn der Nerv dort endigt, wie bei *Dicksonia* und bei den Davalliaceen, oder endlich

1) Zusammengesetzt aus πολύς viel und ἄγγος Gefäß, Behältniß. 2) zusammengesetzt aus μόνος eins und ἄγγος Gefäß. 3) zusammengesetzt aus ὀλίγος wenig und ἄγγος Gefäß. 4) Behältniß, Niederlage (von recipĕre aufnehmen). 5) an der Seite (latus) stehend. 6) auf dem Rücken (dorsum) stehend. 7) auf dem Ende (terminus) stehend.

auf einem über den Wedelrand hinausragenden Fortsatze des Nervs, wo dieser dann ein mehr oder weniger säulenförmiges oder fadenartig verlängertes Receptaculum[1] bildet, welches ringsum mit Sporangien bekleidet ist, ähnlich wie bei *Salvinia* (S. 351); so ist es bei den Hymenophyllaceen. Eine eigenthümliche Stellung haben die Sori bei *Pteris*, wo sie längs des Wedelrandes auf einem demselben parallel laufenden Nerv stehen, der durch Zusammenfließen der gegen den Rand laufenden Nerven gebildet wird. Bei *Blechnum* sitzen die Fruchthaufen auf einem neben der Mittelrippe parallel mit dieser hinlaufenden Nerv, welcher dem sterilen Wedel fehlt. Bei vielen Farnen sind die Fruchthaufen mit einer Hülle, dem sogenannten Schleier (indusium[1]) versehen; in diesem Falle werden sie beschleierte Fruchthaufen (sori indusiati), bei fehlendem Schleier wie z. B. bei *Polypodium*, unbeschleierte (s. exindusiati) genannt. Die eben erwähnten endständigen Sori der Hymenophylleen, sind von einem becherförmigen Schleier eingefaßt, der unterhalb des Sorus ringsum aus dem fadenförmigen Receptaculum entspringt und wie die Wedelfläche dieser Farne aus einschichtigen, gleichartigen Zellen zusammengesetzt ist. Bei den anderen Farnen, wo die Wedelfläche in mehrere Gewebeschichten differenzirt ist, hat man zwischen falschem und echtem Schleier zu unterscheiden. Ein echter Schleier ist derjenige, welcher eine wirkliche Neubildung und zwar der Epidermis darstellt; er ist, ähnlich den Spreuschuppen, ein Häutchen, gebildet aus einer einfachen Schicht von Zellen und ohne grüne Färbung. Der falsche Schleier dagegen ist nichts weiter als die Wedelfläche selbst oder eine Neubildung derselben in ihrer eigenen Beschaffenheit, welche sich über den randständigen Fruchthaufen zurückschlägt und ihn bedeckt; man erkennt ihn also daran, daß er denselben vollkommenen Bau besitzt wie die Wedelfläche. Der weitaus häufigere echte Schleier läßt drei Arten der Befestigung erkennen, worauf sich folgende Bezeichnungen beziehen: 1) das indusium laterale[2], wenn es mit dem einen Rande am Receptaculum ansitzt und den seitenständigen Fruchthaufen überdeckt, wie bei der Gattung *Asplenium* (Fig. 461.); 2) das i. supĕrum[3], wenn es auf der Mitte des dann meist rückenständigen Sorus als eine schildartige, nieren- oder halbkreisförmige Schuppe aufsitzt, wie bei *Aspidium* (Fig. 464.); 3) das i. infĕrum[4], wenn es unter dem Fruchthaufen befestigt ist und entweder halbseitig an demselben aufsteigt, wie bei *Cystoptĕris*, oder als ein ringsumfassender Becher denselben umhüllt, wie bei *Woodsia* und *Cyathĕa*. Bisweilen kommen echter und falscher Schleier zusammen vor; so steht bei *Pteris aquilina* an der Innenseite des am Wedelrande sich hinziehenden Sorus parallel dem falschen ein kleiner echter Schleier, und bei *Cibotium* und *Dicksonia* sind beide zu einer taschenförmigen Hülle rings um den am Wedelrande sitzenden Fruchthaufen verwachsen. Die Fruchthaufen enthalten zwischen den Sporangien gewöhnlich noch Haarbildungen, welche Paraphysen[5] genannt werden. Dieselben sind bald in mehrere gleiche Zellen gegliedert, bald zweizellige und mit kopfartiger Endzelle versehen.

§. 148.

Die Sporangien sind von kugel- oder eirunder Gestalt, bei den Schizäaceen, Gleicheniaceen und Osmundaceen sitzend oder sehr kurz gestielt, bei den übrigen echten Farnen ziemlich lang gestielt. Ihre Wand besteht aus einer einzigen Schicht festverbundener, tafelförmig dünner Zellen, der Stiel aus einer oder aus mehreren Reihen von Zellen, und der Innenraum ist mit Sporen erfüllt. Meistens ist ein Theil der Wand aus größeren, dickwandigen, braunen Zellen zusammengesetzt, welche zusammen den Ring (annŭlus oder gyrus) ausmachen. Wenn derselbe vom Stiele aus an der einen Seite des Sporangiums bis zum Scheitel desselben hinaufgeht und an der anderen Seite, meist in dünneren Zellen, wieder bis zum Stiele sich fortsetzt, so wird er vertical (annŭlus verticalis[7]) genannt; ein solcher ist z. B. den Polypodiaceen eigen (Fig. 465, B). Läuft er schief von unten an und neben dem Scheitel vorbei, so ist es ein schiefer Ring (a. obliquus[8], Fig. 467.), wie z. B. bei den Cyatheaceen. Geht er

1) ☞ Seite 370, Note 4. 2) bei den Alten die obere Tunika, ein Kleidungsstück. 3) an der Seite (latus) stehend. 4) darüberstehend. 5) darunterstehend. 6) gebildet aus παρά daneben und φύειν entstehen, weil diese Gebilde neben den Sporangien entstehen. 7) senkrecht. 8) schief.

§. 148. der Quere nach rings um das Sporangium, wobei er wieder an einer Stelle aus dünneren Zellen besteht, so heißt er querlaufend (annulus transversälis[1]), wie bei den Gleicheniaceen und Hymenophyllaceen. Wenn endlich die Zellen des transversalen Ringes auf dem Scheitel des Sporangiums zusammenrücken, wie bei den Schizäaceen, so hat man einen endständigen Ring (a. apicälis[2], Fig. 466.).

Fig. 466.
Sporangium von *Lygodium*, mit endständigem Ring. s Stiel. 100fach vergrößert.

Fig. 467.
Sporangium von *Alsophila aspera*, mit schiefem Ring rr. s Stiel mit Paraphysen p. 100fach vergrößert.

Bei den Osmundaceen ist der Ring auf eine Gruppe verdickter Zellen an einer Seite des Sporangiums reducirt. Der Ring bewirkt das Aufspringen des reifen Sporangiums, indem seine verdickten Zellen sich beim Austrocknen stärker zusammenziehen, so daß die zarteren Zellen zerreißen. Letzteres geschieht daher beim verticalen und schiefen Ringe durch einen Querriß, in den übrigen Fällen durch einen Längsriß.

Die Entstehung der Sporangien (Fig. 468.) der echten Farne, soweit diese bis jetzt untersucht sind, läßt sich, wie erwähnt, auf eine Epidermiszelle zurückführen. Diese Zelle wölbt sich papillenartig vor; die Papille grenzt sich durch eine Querwand ab und ist die Anfangszelle des ganzen Sporangiums. Bei den Farnen mit gestielten Sporangien theilt sie sich abermals durch eine Querwand in zwei Zellen, deren untere die Anlage des Stieles, deren obere erst die Mutterzelle des eigentlichen Sporangiums ist. Die letztere theilt sich durch vier successiv auftretende Theilungswände in drei seitliche und eine obere planconvexe Wandzelle und in eine von jenen vier eingeschlossene tetraedrische Innenzelle, das Archesporium; aus jenen

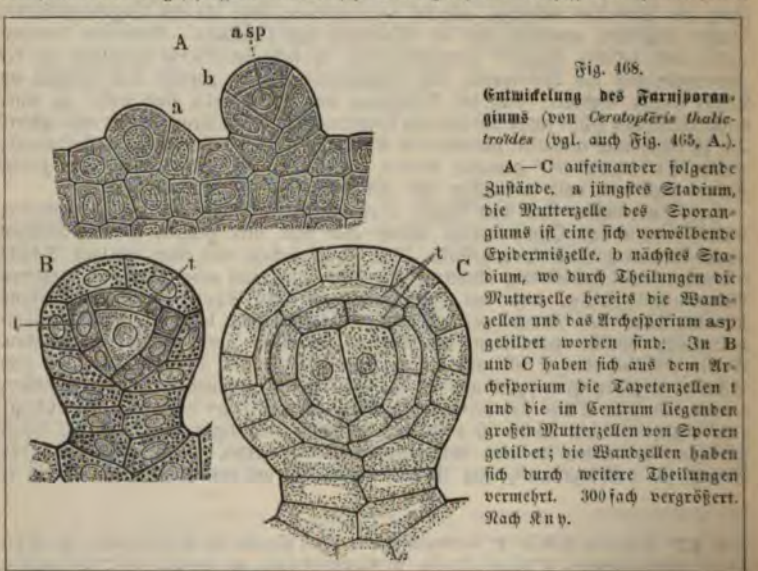


Fig. 468.
Entwickelung des Farnsporangiums (von *Ceratopteris thalictroides* (vgl. auch Fig. 465, A.).

A—C aufeinander folgende Zustände. a jüngstes Stadium, die Mutterzelle des Sporangiums ist eine sich vorwölbende Epidermiszelle. b nächstes Stadium, wo durch Theilungen die Mutterzelle bereits die Wandzellen und das Archesporium asp gebildet worden sind. In B und C haben sich aus dem Archesporium die Tapetenzellen t und die im Centrum liegenden großen Mutterzellen von Sporen gebildet; die Wandzellen haben sich durch weitere Theilungen vermehrt. 300fach vergrößert. Nach Kny.

1) Quergestellt. 2) auf der Spitze (apex) befindlich.

bildet sich durch weitere Theilungen die Wand, aus dieser die Tapetenzellen und die Mutterzellen der Sporen in der oben (S. 348) beschriebenen Weise. Meist wird ein Multiplum von vier Sporenmutterzellen gebildet, gewöhnlich 12; jede derselben theilt sich in eine Tetrade von vier tetraedrischen oder kugelquadrantischen Zellen; deren jede zu einer Spore wird (vgl. oben S. 348 und Fig. 465.). Die reife Farnspore hat die eben bezeichnete Gestalt oder nähert sich einerseits mehr der Kugelform, andererseits mehr der Nierenform. Ihre Haut besteht aus einem Endosporium, und aus einem cuticularisirten, braunen Exosporium (vgl. S. 140.), welches auf der Oberfläche oft gezeichnet, häufig mit Leisten versehen ist, die auf den Kanten der Spore hinlaufen (Fig. 465, C, d). Der Inhalt besteht aus Protoplasma mit oder ohne Chlorophyll, häufig mit Oeltropfen. §. 148.

2) Die Sporangien der Marattiaceen und Ophioglosseen sind keine Trichomgebilde, wie die der echten Farne, daher auch mit einer dickeren, mehrschichtigen Wand versehen und ohne Schleier. Am meisten abweichend sind die der Ophioglosseen (Fig. 469.), wo jedes Sporangium geradezu je einen metamorphosirten Fiederabschnitt des fertilen Wedeltheiles repräsentirt. Die Sporangien entstehen hier auch wie die Theile eines Blattes; sie sind von Anfang an von der Epidermis des Wedels überzogen, welche daselbst auch Spaltöffnungen besitzt; unter derselben liegen mehrere Schichten Parenchymzellen, welche mit der Epidermis zusammen die Wand des Sporangiums und die Tapetenzellen bildet, während im Innern sich schon frühzeitig eine größere, plasmareiche Zelle als Archesporium markirt (§. 140.). Das reife Sporangium springt hier mit einem Querriß auf. Bei den Marattiaceen, welche den Uebergang zwischen den echten Farnen und den Ophioglosseen bilden, stehen die Sporangien an der Unterseite der Wedel und bilden gesonderte polyangische Sori, vereinigen sich aber mehr oder weniger innig in jedem Sorus mit einander (Fig. 470.). Der letztere steht auf dem Rücken der Nerven, und seine Sporangien sind in zwei Reihen oder in einem Kreise angeordnet und öffnen sich meist an der Innenseite durch einen Längsriß; so namentlich bei *Angiopteris*. Bei *Marattia* verschmelzen die Sporangien eines Sorus

Fig. 469.
Die **Mondraute** (*Botrychium Lunaria* L.) in natürlicher Größe.
st der sterile, sp der mit den Sporangien versehene Theil des Wedels. w die aus dem kurzen Stamme kommenden Nebenwurzeln.

Fig. 470.
Sporangien einer Marattia.
A Stück des Wedels mit zwei Zähnen von der Unterseite gesehen mit zwei auf den Nerven sitzenden Sori, deren Sporangien mit einander verschmolzen sind.
B Ein halbirter Sorus mit den durch je einen Riß auf der Innenseite geöffneten Sporangien. Schwach vergrößert. Nach Sachs.

auf das innigste mit einander, gleichsam mehrfächerige Kapseln darstellend; bei der Reife klappt der Sorus in zwei Längshälften aus einander, und die Sporangien jeder Hälfte öffnen sich durch einen Längsriß auf der Innenseite. Die Entstehung dieser Sporangien geschieht ähnlich wie bei den Ophioglosseen dadurch, daß eine unter den äußeren Zellen liegende Zelle zum Archesporium wird, und aus jenen durch mehrmalige tangentiale Theilungen die Tapetenzellen und die mehrschichtige Wand hervorgehen, die hier ebenfalls keinen Ring besitzt.

§. 149. III. **Entwickelung.** Der Vorkeim, den die Farnsporen beim Aufkeimen entwickeln, ist bei den einzelnen Familien verschieden. Am meisten abweichend sind auch hier die Ophioglosseen, welche in dieser Beziehung sich an die Lycopodiaceen (§. 145.) anschließen, indem ihr Prothallium sich unterirdisch entwickelt und ein knollenförmiges Körperchen darstellt, welches an der Oberfläche mit Wurzelhaaren besetzt ist und aus Parenchym besteht, dessen Zellen kein Chlorophyll, wohl aber Stärkemehl enthalten. Archegonien und Antheridien stehen auf demselben Prothallium über die ganze Oberfläche desselben ziemlich gleichmäßig vertheilt. Bei den echten Farnkräutern dagegen, besonders bei den genauer untersuchten Familien Polypodiaceen, Cyatheaceen und Schizäaceen stellt der Vorkeim ein kleines, grünes blattartiges Gebilde von herz- oder nierenförmiger Gestalt dar (Fig. 450, A), welches dem Thallus der laubigen Lebermoose (§. 152.) zu vergleichen ist und wie dieser in der Einbuchtung Scheitelzellen hat, welche durch gesetzmäßige Theilungen das Wachsthum vermitteln. Die Achse des Vorkeims, welche in dieser Einbuchtung endigt, besteht aus mehreren übereinander liegenden Zellenschichten, stellt ein meristematisches Gewebepolster dar; die beiden blattförmigen Seitentheile aber bestehen nur aus einer einzigen Schicht polygonaler, mit Chlorophyllkörnern versehener Zellen; an der Unterseite und am Rande wachsen die Zellen in farblose Wurzelhaare aus. Diese Vorkeime stehen horizontal, oder bei schiefer Beleuchtung mit der Oberseite gegen das Licht gewendet. Bei der Keimung der Spore treibt das das Exosporium sprengende Endosporium zwei Ausbauchungen, bald die eine, bald die andere zuerst; die eine ist der eigentliche Keimschlauch, der sich mehr oder weniger verlängert und durch wiederholte, einander parallele Querwände zu einem grünen, gegliederten Vorkeimfaden wird; die andere aus der Sporenzelle hervortretende Ausbauchung wächst stets seitlich in rechtwinkliger Richtung zum Vorkeimfaden und grenzt sich ebenfalls durch eine Scheidewand von der Sporenzelle ab; sie wächst zum ersten Wurzelhaar aus. In der Endzelle des Vorkeimfadens hört nun die Theilung mittelst Querwänden sehr bald auf, und es folgen abwechselnd rechts und links gegeneinander rechtwinklig geneigte Scheidewände, so daß eine zweischneidige Scheitelzelle entsteht, die abwechselnd rechts und links Segmente erzeugt. Dadurch wird die Bildung des flächenförmigen Vorkeims eingeleitet. Die Segmente theilen sich immer durch eine dem Vorkeimrande parallele Tangentialwand in eine Innenzelle und eine Randzelle, und letztere zerfällt durch eine radial gegen den Rand gerichtete Scheidewand in zwei gleiche Randzellen, deren jede dann dieselben Theilungen wie das primäre Segment wiederholt. Der Vorkeim hat also auch ein Wachsthum durch Randzellen. Früher oder später tritt auch in der Scheitelzelle dieselbe Theilung durch eine Tangential- und eine Radialwand ein, es entstehen dadurch auch aus ihr prismatische Randzellen, die an der Theilung der übrigen sich betheiligen, so daß keine zweischneidige Scheitelzelle mehr unterschieden werden kann. Aber immer behalten alle hinter der Einbuchtung gelegenen Zellen geringere Größe und die inneren derselben theilen sich auch durch Scheidewände, welche der Vorkeimfläche parallel sind, wodurch das erwähnte axile Gewebepolster entsteht. Vorzüglich auf dem letzteren und immer nur an der Unterseite haben die Vorkeime die Antheridien und Archegonien, die letzteren in geringer Anzahl auf dem dickeren Theile hinter der Einbuchtung, die ersteren meist viel zahlreicher auf dem hinteren Stück bis gegen den Rand hin (Fig. 450, A), und bisweilen auch an diesem. Nicht selten trägt auch ein oder das andere Prothallium nur die männlichen Organe. Solche Vorkeime sind, wahrscheinlich aus Nahrungsmangel sehr klein, bisweilen nur wenigzellig und sie entwickeln auch kein axiles Gewebepolster. Die Marattiaceen halten in der Bildung ihrer Vorkeime die Mitte zwischen den echten Farnen und den Ophioglosseen, insofern

als dieſelben oft körperförmig ſich entwickeln, indem die Sporenzelle nach Anlage §. 149.
des erſten Wurzelhaares ſich ſucceſſiv in acht Octantenzellen theilt; aus den oberen vier dieſer Zellen entwickelt ſich der eigentliche Vorkeim, welcher dadurch, daß in allen dieſen Zellen Theilungen parallel zur Oberfläche eintreten, körperförmig wird. In anderen Fällen findet aber das oben beſchriebene Randwachsthum ſtatt, und der Vorkeim wird flächenförmig; aber auch dann iſt das axile Gewebepolſter viel dicker als bei den echten Farnen. Auch die Osmundaceen haben dieſe beiden Formen der Prothalliumbildung. Andererſeits weichen die Hymenophyllaceen in ihrem Vorkeim von den echten Farnen in einer Weiſe ab, die an die Mooſe erinnert, denen dieſe unvollkommenſten Farne auch in anderer Beziehung ſich nähern. Hier wächſt nämlich der Prothalliumfaden immer als ſolcher fort und wird zu verzweigten Zellenfäden, gleich dem Protonema der Laubmooſe (§ 151.); erſt an dieſen entwickeln ſich kleine elliptiſche blattartige Prothallien, welche aber hier gänzlich nur aus einer einzigen Zellſchicht beſtehen.

Die Antheridien (§. 140., Fig. 450.) ſtellen kleine warzenförmige Körperchen an der Oberfläche des Vorkeimes dar. Sie ſitzen auf einer niedrigen, breiten Baſalzelle und beſtehen im einfachſten Falle aus einer einzigen halbkugelförmigen bis ſphäriſchen Zelle, welche unmittelbar durch wiederholte Theilungen in verſchiedenen Richtungen zu den die Spermatozoiden erzeugenden Zellchen wird. Meiſt aber iſt dieſelbe noch von einer Antheridienwand umgeben, indem ſie an den Seiten von einer ringförmigen Zelle oder von zwei übereinanderſtehenden ſolchen oder auch von zwei oder vier im Kreiſe ſtehenden Zellen ringsum eingefaßt und am Scheitel von einer Deckzelle bedeckt wird (Fig. 450, C). Bei den Marattiaceen und Ophioglosſeen ſind dagegen die Antheridien in das Gewebe des knollenförmigen Vorkeimes eingeſenkt und öffnen ſich an der Oberfläche mit einer ſehr engen Mündung. Das Spermatozoid iſt bei den Farnen ein pfropfzieherartig gewundener Faden mit zahlreichen Wimpern an den Rändern des vorderen Endes, während das Hinterende oft einen blaſenförmigen Anhang nachſchleppt, der ſich jedoch bei der ſchraubigen Bewegung des Spermatozoides bisweilen verliert (Fig. 450, D).

Die Archegonien (§. 140, Fig. 450, B) ſind mit ihrem die Eizelle enthaltenden Bauchtheile dem Vorkeime eingeſenkt, nur der Halstheil iſt frei. Sie entſtehen aus einer oberflächlichen Vorkeimzelle, welche ſich durch zwei Querwände theilt: die obere Tochterzelle wird durch zwei kreuzweiſe Theilungen zu vier Zellen, aus denen der Halstheil ſich bildet, die darunter liegende iſt die Centralzelle, die in der oben (S. 349) beſchriebenen Weiſe ſich weiter entwickelt.

Die Entwickelung der Eizelle zum Embryo entſpricht ebenfalls dem oben (S. 349) erörterten allgemeinen Typus. Die Archegonien ſtehen hier auf der Unterſeite des Prothalliums, mit nach unten gekehrter Mündung. Hiernach und da die erſte Theilungswand der Eizelle gegen die Horizontale etwas geneigt iſt, haben die Theile des Embryo folgende Lage. Das erſte Blatt iſt nach dem eingebuchteten Vorderende des Prothalliums und ſchief nach unten gekehrt; nach oben, der Vorkeimfläche zugekehrt, die Anlage des Stammes; dagegen liegt die erſte Wurzel abwärts gegen die Archegoniummündung zu, der Fuß ſchief nach oben, dem Vorkeim anliegend. Das erſte Blatt (Kotyledon) und die erſte Wurzel treten bald infolge ihres Wachsthums aus dem während der Ausbildung des Embryo erweiterten Archegonium heraus; erſtere krümmt ſich abwärts in den Boden, der Kotyledon vor dem Vorderrande des Prothalliums aufwärts (Fig. 450, F). Am Grunde des erſten Blattes, der Vorkeimfläche zugekehrt, läßt der Embryo eine kleine, ſtumpf kegelförmige Erhöhung hervortreten, den Vegetationspunkt des Farnſtammes, welcher hiermit ſein Wachsthum beginnt und nach und nach neuen Wedeln den Urſprung giebt. Mit der beginnenden Erſtarkung und eigenen Ernährung des jungen Farnpflänzchens hört die Function des Prothalliums auf; daſſelbe ſtirbt dann allmählich ab. Der erſte Wedel (Kotyledon) iſt im Verhältniß zu denen des erwachſenen Farnkrautes ein ſehr kleines, zwar aus Stiel und Fläche beſtehendes, aber in den Formverhältniſſen der letzteren weit einfacheres Gebilde. Erſt die nächſtfolgenden Wedel fallen allmählich größer und vollkommener aus. Jedes Prothallium bringt in der Regel nur einen einzigen Farn zur Entwickelung.

Die Apogamie[1] der Farne. Neuerdings hat man gefunden, daß bei manchen Farnen (z. B. *Pteris cretica* und der Gartenvarietät *Aspidium filix mas var. cristātum*) an den Vorkeimen junge Farnpflänzchen, die zu vollständigen Pflanzen zu erwachsen vermögen, auch ungeschlechtlich, d. h. nicht aus Archegonien, sondern durch directe Sprossung des Prothalliums, und zwar aus der Unterseite des axilen Gewebepolsters entstehen können. Es bildet sich daselbst ein kleiner Gewebehöcker, welcher allmählich die Form eines ersten Wedels annimmt; nahe seiner Basis entsteht die Anlage des Stammscheitels und in seiner Basis wird eine erste Wurzel gebildet. Prothallien, welche diese Sprossung zeigen, haben entweder Archegonien, die aber dann stets unfruchtbar bleiben, oder sie bilden keine Spur weiblicher Organe.

Literatur über Farne. Mettenius, Filices horti botanici Lipsiensis. Leipzig 1856. — Derselbe, Ueber die Hymenophyllaceen in Abhandl. d. sächs. Ges. d. Wiss. VII. 1864. — Hofmeister, Entwickelung und Bau der Vegetationsorgane der Farne, in Abhandl. d. sächs. Ges. d. Wiss. V. 1857. — Nees, Entwickelung des Polypodiaceensporangiums, in Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. V. 1866. — Straßburger, Befruchtung der Farnkräuter, in Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. VII. 1869. — Kny, Bau und Entwickelung des Farnantheridiums, in Monatsber. d. Berliner Akad. d. Wiss. Mai 1869. — Derselbe, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Farnkräuter, in Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. VII. — Derselbe, Entwickelung der Parkeriaceen, in Nova acta Acad. Leop. Carol. XXXVII. 1875. — Janczewsky, Vergleichende Untersuchungen über Entwick. d. Archegonien, in Bot. Zeitg. 1872, pag. 418. — Lürssen, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Farnsporangien. Leipzig 1872. — Derselbe, in Schenk und Lürssen, Mittheil. aus d. Gesammtgebiet d. Bot. I. 1872, und II. 1875. — Prantl, Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen. Leipzig 1875. — Tschistiakoff, Die Sporangien und Sporen der Polypodiaceen, in Nuovo Giorn. Botan. Ital. VI. — Göbel, Entwickelungsgeschichte des Protballiums von Gymnogramme, in Bot. Zeitg. 1877.

§. 150. III. Morphologie der Moose (Muscinĕae[2], §. 65.).

Die Moose sind die in der Entwickelung des Pflanzenreiches den Gefäßkryptogamen (§. 140.) zunächst vorausgehenden Kryptogamen. Mit diesen stimmen sie überein erstens durch ihren analogen Entwickelungsgang, indem aus der keimenden Spore direct ein Thallus sich entwickelt, an diesem die Sexualorgane erscheinen und von letzteren die sporenbildende Generation producirt wird, zweitens durch die große Aehnlichkeit der Geschlechtsorgane, die hier wie dort die Form von Archegonien und Antheridien haben, und drittens durch die Uebereinstimmung in der Bildung der Sporen aus viergetheilten Mutterzellen innerhalb einer mit einem Sporangium zu vergleichenden Kapsel. Aber sie unterscheiden sich von ihnen darin, daß die erste, aus den Sporen zunächst hervorgehende Generation, die bei den Gefäßkryptogamen den sehr unbedeutenden, nur bei den Farnen schon etwas stärker entwickelten Vorkeim ausmacht, hier das hauptsächliche, bleibende vegetative Organ der Pflanze, einen hochorganisirten Thallus (§. 65.), in Gestalt des Moospflänzchens darstellt, und daß dafür der aus der befruchteten Eizelle des Archegoniums hervorgehende sporenbildende Zustand (hier Sporogonium[3] genannt) nicht mehr ein ganzes vollkommenes Vegetabil wie bei den Gefäßkryptogamen, sondern auf die sporenbildende Mooskapsel beschränkt ist, welche auf dem bleibenden Moospflänzchen erwächst und von ihm ernährt wird. Wie die sporenbildende Generation keine Differenzirung in Stengel, Blätter und Wurzeln mehr zeigt, so fehlen ihr auch die Fibrovasalstränge (§. 55.). Und da auch der Thallus nur aus Zellen besteht, so haben wir es hier mit reinen Zellenpflanzen (§. 65.) zu thun. Obgleich die Moose also keine echten Stengel, Blätter und Wurzeln mehr zeigen, so hat doch der Thallus, d. i. das Moospflänzchen, meist eine Form, welche an beblätterte Stengel erinnert (vgl. S. 146, 147), und die Wurzelhaare, welche der Thallus entwickelt, versehen denselben Dienst, wie die Wurzeln der höheren Pflanzen.

---

1) Zusammengesetzt aus ἀπό, in der Zusammensetzung so viel als fort, weg, also gleichbedeutend mit α privativum, die Negation ausdrückend, und γάμος Ehe. 2) von muscus Moos. 3) zusammengesetzt aus σπορά Spore und γόνος die Geburt, das Junge.

Die Moose zerfallen in folgende fünf Ordnungen je nach der Form des Thallus und besonders nach dem Verhalten und der Beschaffenheit des Sporogoniums, welche Verhältnisse in den nachstehenden Abschnitten genauer erläutert sind.

- Der Thallus ist ein flaches Laub. Das Sporogonium bleibt im Archegonium eingeschlossen, bildet keine eigentliche Kapsel, sondern entwickelt sich nur zu Sporen ... **Ricciaceen** (Ricciacēae).
- Der Thallus ist ein flaches Laub oder cylindrisch und beblättert (stengelförmig). Das Sporogonium tritt aus dem Archegonium hervor, von demselben am Grunde scheidenartig umfaßt und bildet eine wahre Kapsel.
  - Thallus flach, laubartig. Das Sporogonium wird zu einer in zwei Klappen aufspringenden, mit Mittelsäule und Schleuderzellen zwischen den Sporen versehenen schotenähnlichen Frucht ... **Anthocerotern** (Anthocerotēae).
  - Thallus laubartig oder cylindrisch und beblättert. Kapsel meist mit Klappen sich öffnend, ohne Mittelsäule, mit Schleuderzellen ... **Lebermoose** (Hepaticae).
  - Thallus stengelförmig. Kapsel mit Deckel aufspringend, mit Mittelsäule, ohne Schleuderzellen ... **Torfmoose** (Sphagnacēae).
- Der Thallus ist stengelförmig; das Sporogonium tritt als wahre Kapsel aus dem Archegonium hervor, dieses aber als eine Haube emporhebend. Kapsel mit Mittelsäule, ohne Schleuderzellen ... **Laubmoose** (Musci).

I. Von der Keimung und dem Thallus der Moose. §. 151.

1) Der **Vorkeim.** Bei vielen Moosen, insbesondere bei den Torf- und Laubmoosen entwickelt sich aus der keimenden Spore zunächst ein Gebilde, welches von den eigentlichen, erst später auf diesem entstehenden Stengeln meist bestimmt verschieden ist und daher als die erste Entwickelungsgeneration der Moose unterschieden wird; es ist der Vorkeim (prothallium[1], protonēma[2]). Bei den Laubmoosen ist derselbe ein aus grünen, verzweigten, einfachen Zellenfäden bestehendes, algenähnliches Gewächs, welches auf dem Substrate sich ausbreitet, oft unter üppiger Entwickelung weit und breit umher kriechend. Wegen ihrer großen Aehnlichkeit mit Conservaceen (§. 162.) hat man diese Gebilde früher irrthümlich unter die Algen gerechnet. Die Spore wächst hier bei der Keimung meist zu einem Schlauche aus (Fig. 471, A), welcher an seiner Spitze sich verlängert und hinter derselben durch Querscheidewände Gliederzellen bildet, wodurch ein Faden entsteht. Dieser treibt seitlich aus den Gliederzellen Zweige von gleichem Verhalten. An der Luft bilden die Gliederzellen querstehende Scheidewände und enthalten Chlorophyllkörner; unmittelbar am Boden nehmen sie eine mehr gestreckte Form an, besitzen schiefe Scheidewände und bilden kein Chlorophyll; diese farblosen oder bräunlichen Fäden haben die Funktion von Wurzelhaaren, sie dringen oft in den Boden ein, können sich aber, an die Luft gelangt, wieder in Form grüner Fäden fortbilden (Fig. 471, B). Auf diesem Protonema entwickeln sich die Moosstengel, indem ein kurzer Zweig der Fäden durch Quer- und Längstheilungen zu einem Zellenkörperchen wird, welches den Charakter eines Stämmchens annimmt, indem seine oberste Zelle zu einer Scheitelzelle wird, und an seinen Seiten auch sogleich die ersten Blattbildungen hervortreten (Fig. 471, C). Aus einem Vorkeime geht auf diese Weise in der Regel eine ganze Anzahl einzelner Moospflänzchen hervor. Der Vorkeim kann auch in Form eines kleinen blattartigen Körperchens auftreten. So bildet er bei *Sphagnum* außerhalb des Wassers eine gelappte Zellenfläche; auch das confervenartige Protonema mancher Laubmoose (z. B. *Tetraphis*) entwickelt bisweilen blattartige Gebilde, auf denen ebenfalls Moospflänzchen entstehen können. Bei *Andreaea* unter den Laubmoosen ist der Vorkeim sehr vielgestaltig: aus dem Inhalt der Sporenzelle entsteht durch Theilung ein vier- oder mehrzelliger Körper, von dessen peripherischen Zellen eine oder mehrere zu protonemaähnlichen Fäden auswachsen; die Zweige der letzteren behalten entweder diese Form oder werden zu bandartigen Zellenflächen oder zu aufrechten und verzweigten Zellkörpern. Manchmal bleibt die Entwickelung des Mooses lange Zeit auf dem Vorkeimzustande stehen, besonders an schattigen Orten. Wenn aber die Moosstengel zur Entwickelung

1) ☞ Seite 345, Note 5. 2) zusammengesetzt aus πρῶτος der erste und νῆμα Faden.

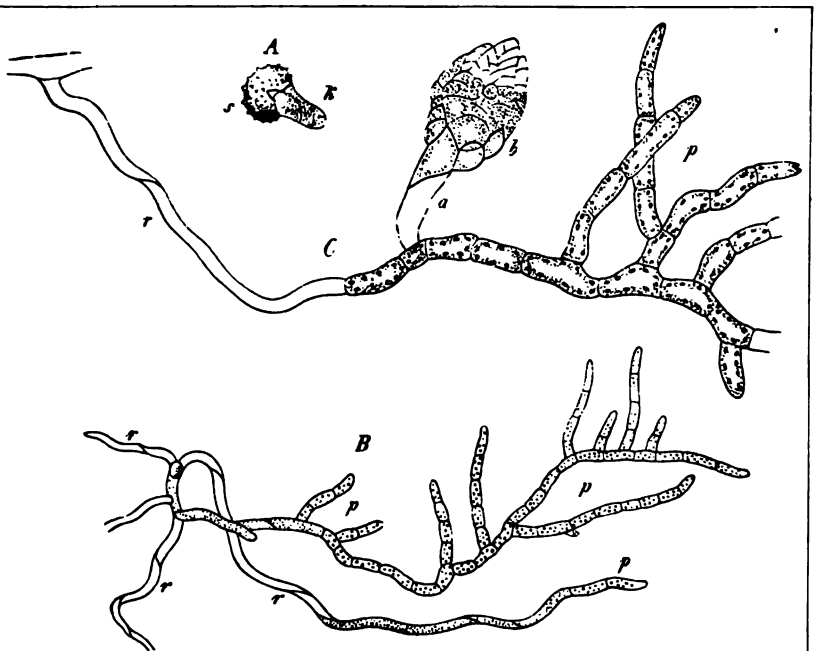


Fig. 471.

Vorkeime von Laubmoosen.

A Eine keimende Spore von *Funaria hygrometrica*, deren Innenhaut unter Durchbrechung der Außenhaut s zu einem Keimschlauch k auszuwachsen beginnt. Stark vergrößert.
B Ein entwickelter Vorkeim von *Dicranum scoparium*, bei p aus grünen Zellreihen mit rechtwinkligen Querscheidewänden, bei r nicht grüne Fäden mit schiefen Querscheidewänden (Wurzelhaare) bildend. Vergrößert.
C Stück eines Vorkeims desselben Mooses mit der Anlage eines Moosstämmchens, welches schon mit den Anfängen seiner ersten Blätter bei b auf einem Zweige a des Vorkeims entstanden ist. p und r wie in B. Stärker vergrößert.

kommen, wobei sie Wurzelhaare bilden und sich selbst ernähren, geht der Vorkeim oft bald zu Grunde.

Viel schwächer entwickelt ist der Vorkeim bei den Lebermoosen, Anthoceroteen und Ricciaceen. Die Spore geht hier entweder durch Zelltheilungen in einen kleinen Zellkörper über, welcher unmittelbar den Charakter des Laubes annimmt, oder es wird ein unbedeutender Vorkeim gebildet, aus welchem in der Regel nur ein einziges Moospflänzchen sich entwickelt. Die Spore treibt im letzteren Falle zuerst einen Zellfaden (Keimschlauch) zugleich mit einem Wurzelhaar. An der Spitze des Keimschlauches wird dann ein Zellkörper (Keimscheibe) gebildet. Das obere Stockwerk des letzteren zeigt eine Zelltheilung in Quadranten; aus einem derselben entwickelt sich das Pflänzchen.

§. 152. 2) Der **Stengel** oder das **Stämmchen**, welches das eigentliche Moospflänzchen darstellt. Es tritt in zwei Formen auf; diese sind:

a. der **cylindrische Stamm** oder **Stengel** hat fadenförmige Gestalt und ist mit grünen Blättern besetzt. Er ist den Laubmoosen, Torfmoosen und den foliosen Lebermoosen eigen. Entweder wächst er der Unterlage angeschmiegt hin und entwickelt dann an seiner ganzen Unterseite Wurzelhaare, in welchem Falle er also bilateral (S. 20) ist und kriechend genannt wird, oder er wächst senkrecht empor und treibt dann nur an seinem unteren Ende Wurzelhaare, dann heißt er aufrecht;

bisweilen geht aber die aufrechte Richtung in den oberen Theilen in eine schiefe bis horizontale über. Der Stengel wächst an seiner Spitze mittelst einer einzigen Scheitelzelle welche umgekehrt dreiseitig pyramidale Gestalt hat und deren sphärisch dreieckige Grundfläche am Scheitel liegt; durch Scheidewände, welche den Seitenflächen parallel sind, werden Segmentzellen gebildet (☞ S. 97, vgl. auch Fig 26.). Aus jeder Segmentzelle entsteht durch eine der Stengelachse ungefähr parallele Scheidewand eine innere und eine äußere Zelle; letztere giebt je einem Blatte den Ursprung, die übrigen Zellen erzeugen durch weitere Theilungen das Gewebe des Stengels. Jeder Segmentzelle entspricht mithin ein Blatt; bei den zweizeilig beblätterten Stengeln entwickeln jedoch nur die beiden seitlichen Segmente Blätter, nicht auch die an der Unterseite befindlichen. Zwischen dem Moosstengel und dem Protonema besteht insofern eine Aehnlichkeit, als man das letztere als einen sehr schmächtigen und sehr einfach gebauten Stengel ansehen kann. Denn die Theilung in der Scheitelzelle der Fäden läßt sich mit derjenigen in der Stengelscheitelzelle und die Entstehung der Fadenzweige durch Ausstülpung der Gliederzellen und Abgrenzung durch eine Scheidewand mit der Entstehung der Blätter des Moosstengelchens aus den Segmentzellen vergleichen, nur mit den Unterschieden, die durch die große Länge der Gliederzellen des Protonemafadens bedingt sind. §. 152.

Verzweigung des Moosstengels. Bei manchen Laubmoosen ist der cylindrische Stengel unverzweigt. In vielen anderen Fällen bildet er Zweige. Diese entstehen entweder am fortwachsenden Sproßscheitel aus einer Segmentzelle (Endverzweigung) oder an den ausgebildeten Theilen entfernt vom Scheitel (intercalare Verzweigung). Auch im letzteren Falle haben sie oft eine bestimmte Stellung zu den Blättern; sie stehen entweder in der Achsel oder unter der Mediane derselben oder neben der Blattbasis, oder sie sind ohne Beziehung zu den Blättern; in beiden Fällen nehmen sie bald aus oberflächlichen, bald aus inneren Zellen (endogen) ihren Ursprung. Bisweilen wird durch die Stellung der Zweige ein charakteristischer Wuchs bedingt. So setzt sich bei manchen Laubmoosen, deren Stämmchen durch die Fruchtentwickelung an seiner Spitze begrenzt wird, das Höhenwachsthum allemal durch einen unter der Spitze entstehenden und sich aufrichtenden Seitenzweig fort, wodurch eine sympodiale Axe gebildet wird. In manchen Fällen sind die Zweige regelmäßig zweizeilig angeordnet und haben begrenztes Wachsthum; das Moos bekommt dann Aehnlichkeit mit einem gefiederten Blatte oder einem Farnwedel (*Thuidium*, *Hypnum Crista castrensis* L. u. a.); oder der Stamm gewinnt, indem er nur in den oberen Theilen Zweige treibt, ein baumähnliches Aussehen (*Climacium dendroides* Dill.). An den unteren Theilen der aufrechten cylindrischen Stengel werden nicht selten einzelne ausläuferartig hinkriechende Zweige gebildet, welche später an ihrer Spitze aufwärts wachsen. Eigenthümlich ist die Verzweigung der Torfmoose: der aufrechte Stengel trägt in gewissen Abständen Büschel von Aesten, die aus einem Blattwinkel kommen. Ein oder zwei derselben, welche besonders dünn sind, legen sich allemal abwärts dem Stengel so dicht an, daß sie die Oberfläche desselben zu bilden scheinen, die andern wachsen von demselben schief ab. An der Spitze der Stengel sind die Astbüschel kopfartig zusammengedrängt (Fig. 487.).

Die Blätter sitzen an den bilateralen kriechenden Stengeln der Lebermoose zweizeilig, nämlich abwechselnd rechts und links. Sie sind mit breiter Basis dem Stengel schief angeheftet, und zwar entweder so, daß der vordere Rand nach unten gerichtet ist, also vom hinteren des nächsten Blattes bedeckt wird, in welchem Falle die Blätter unterschlechtig heißen (Fig. 472.), wie bei *Jungermannia*, *Scapania* ꝛc.; oder so, daß der vordere Rand nach oben gerichtet ist und den hinteren Rand des nächsten Blattes deckt (Fig. 473.), was bei *Radula*, *Madotheca*, *Mastigobryum* ꝛc. der Fall ist und als oberschlechtig bezeichnet wird. Bei manchen Lebermoosen kommt noch eine dritte Reihe von Blättern hinzu, welche an der Unterseite sitzen und Amphigastrien[1] oder Nebenblätter genannt werden (Fig. 474.); sie sind meist viel kleiner, seltener ebenso groß wie die übrigen. Die Lebermoosblätter zeichnen sich durch einen äußerst einfachen Bau aus, indem sie immer nur aus

1) Zusammengesetzt aus ἀμφί ringsum und γαστήρ Bauch, Unterseite.

§. 152.

Fig. 472.

Jungermannia inflāta Huds.

Beblätterter Stengel von oben gesehen, mit unterschlechtigen Blättern. Schwach vergrößert.

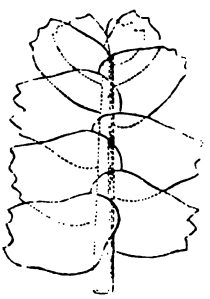


Fig. 473.

Mastigobrŷum trilobātum Nees v. E.

Beblätterter Stengel von oben gesehen, mit oberschlechtigen Blättern. Schwach vergrößert.

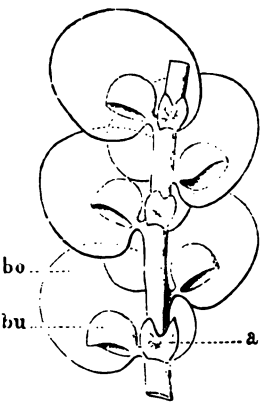


Fig. 474.

Frullanĭa dilatāta Nees v. E.

Stück eines beblätterten Stengels, von unten gesehen, 60fach vergrößert. Die in zwei Zeilen abwechselnd stehenden Blätter bestehen aus einem großen und flachen oberen (bo) und einem kleinen, kapuzenähnlich geformten unteren Lappen (bu). Außerdem trägt der Stengel auf der Unterseite in einer einfachen Reihe kleine, zweilappige Amphigastrien oder Nebenblätter a.

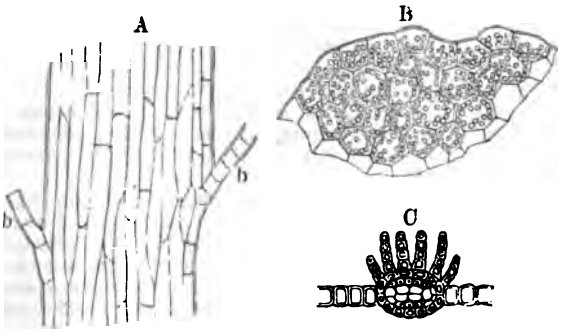


Fig. 475.

A Längsdurchschnitt durch den Stengel von *Mastigobrŷum trilobātum* Nees v. E., um seine Zusammensetzung aus Zellen zu zeigen. bb Ansatzstellen von Blättern. 90fach vergrößert.

B Stück eines Blattes von *Mastigobrŷum trilobātum* Nees v. E. 120fach vergrößert.

C Querdurchschnitt durch die Mitte des Blattes von *Polytrĭchum undulātum* Hedw., um den aus mehreren Zellschichten gebildeten Mittelnerv mit den an der Oberseite auf demselben sitzenden Zellenleisten zu zeigen. Vergrößert.

einer einzigen Schicht runder oder polygonaler Zellen bestehen (Fig. 475, B); sie wachsen anfangs mittelst einer Scheitelzelle, welche durch Querwände die ersten Blattzellen erzeugt; später erlischt die Theilung der Zellen von oben nach unten und zuletzt wachsen die Blätter nur noch durch Zellenvermehrung an ihrem Grunde. Meist sind sie von rundlicher oder länglicher Gestalt, an der Spitze nicht selten gezähnt oder gelappt, oder am Rande lang gewimpert (*Ptilidium*) oder gänzlich in haarförmige Zipfel zertheilt (*Trichocolea tomentella*, *Jungermannia trichophylla*); manche sind ungleichhälftig, nämlich tief zweilappig und so zusammengefaltet, daß der obere, häufig viel kleinere Lappen als ein Oehrchen auf den unteren zu liegen kommt (*Scapania*, *Jungermannia exserta* 2c.); bei *Frullania* ist der untere Lappen kleiner und hat kapuzenförmige Gestalt (Fig. 474.). Die Blätter der Laub- und Torfmoose stehen meistens mehrzeilig, in gleichen Abständen rings um den Stengel, mit breiterer oder mit schmälerer Basis in querer Stellung demselben angefügt. Sie sind flach oder concav; an horizontalen Stengeln legen sie sich häufig in eine Ebene, wobei die der oberen und unteren Seite flach, die rechts und links stehenden längsgefaltet sind. Ihre Gestalt zeigt alle Abstufungen vom Linealischen durch das Lanzettliche bis zum Runden oder Dreieckigen; oft sind sie am Ende zugespitzt oder in eine Haarspitze ausgezogen, am Rande ganz oder gesägt. Ihr Wachsthum geschieht wie das der Lebermoosblätter nur mit dem Unterschiede, daß die Scheitelzelle durch abwechselnd rechts und links geneigte Scheidewände sich theilt. Auch sie bestehen im allgemeinen aus einer einzigen Schicht polygonaler oder länglicher Zellen; doch kommt hier häufig ein Mittelnerv vor, der aus länger gestreckten, in mehreren Schichten übereinander liegenden Zellen besteht. Bei *Polytrichum* ist das Blatt noch mit Längsleisten ausgestattet, welche sich auf der Oberseite, besonders über dem Mittelnerv, erheben (Fig. 475, C). Eigenthümlich sind die Blätter der Torfmoose gebaut, indem sie aus zweierlei Zellen bestehen: großen rhombischen bis spindelförmigen, farblosen und leeren Zellen, deren Membranen mit Verdickungsfasern versehen und an den Außenwänden große offene Poren besitzen (S. 53), und kleinen, zwischen jenen eingeklemmten Zellen, welche allein Chlorophyll enthalten. §. 152.

Das cylindrische Moosstämmchen ist aus Zellen zusammengesetzt, welche meist eine in der Längsrichtung gestreckte Gestalt, keine Lücken zwischen sich bilden und meist chlorophyllos sind (Fig. 475, A). Die an der Oberfläche des Stengels liegenden sind bisweilen enger und mit dickeren, gebräunten Membranen versehen, und bei einigen Laubmoosen, z. B. *Polytrichum*, sind überdies die innersten Zellen prosenchymatisch, enger und länger gestreckt.

b. der **laubartige** oder **frondose Stengel** oder das **Laub** (frons) ist mehr oder minder flach blatt- oder bandartig, dem Substrate aufliegend, an der Oberseite stets blattlos, an der Unterseite immer mit zahlreichen Wurzelhaaren und meist mit unansehnlichen Blattbildungen besetzt, daher bilateral (S. 20, Fig. 476.). Diese Form des Stengels ist den Ricciaceen, Anthoceroteen und den sogenannten frondosen Lebermoosen eigen. Die Scheitelzelle, durch welche das Laub wächst, liegt an den Enden desselben, gewöhnlich in einer Einbuchtung des Randes. Sie scheidet Segmentzellen ab entweder in der Richtung der Laubfläche abwechselnd rechts und links durch schiefe Scheidewände oder durch abwechselnd auf- und abwärts geneigte Wände. Aus den Segmentzellen stammen alle Zellen des fertigen Laubes ab; dieselben theilen sich nämlich wiederholt durch senkrecht zur Laubfläche gestellte Scheidewände, wodurch der Stamm in die Breite wächst, blattartig wird; und wenn er aus mehreren Zellenschichten besteht, tritt in diesen Zellen noch Theilung durch Scheidewände parallel der Laubfläche ein.

Die Verzweigung des Laubes erscheint deutlich dichotom, und zwar so, daß die Zweige in der Ebene des Laubes liegen (Fig. 476, A). Sie entsteht als Endverzweigung d. h. aus einer Segmentzelle am Scheitel des Sprosses.

Auf seiner Unterseite trägt das Laub **Blätter**, d. i. hier meistens unscheinbare, farblose zarte Schüppchen, welche aus einer einfachen Schicht chlorophyllloser Zellen bestehen; sie sitzen unter der Mittellinie des Laubes in einer oder in zwei Reihen und stehen besonders an der Spitze des Laubes, wo sie den in der Einbuchtung desselben liegenden Vegetationspunkt knospenartig verhüllen; sie vergehen zeitig und

§. 152.

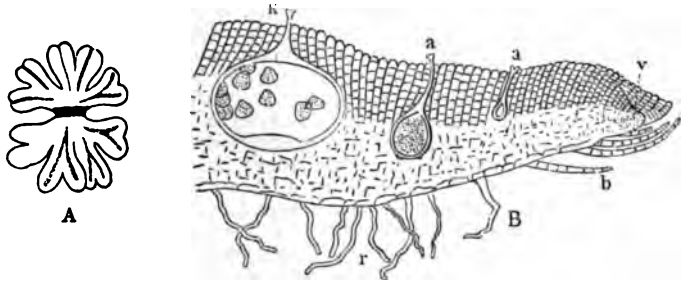


Fig. 476.

Riccia glauca L.

A Ein Pflänzchen mit seinem auf der Erde aufgewachsenen, wiederholt dichotomisch verzweigten Laub von oben gesehen, wenig vergrößert.

B Durchschnitt durch ein fructificirendes Laub. v der fortwachsende Vegetationspunkt desselben, wo die Scheitelzellen liegen; b die an der Unterseite sitzenden schuppenartigen Blättchen; r Wurzelhaare, welche in die Erde eindringen. Das Laub besteht in der oberen Hälfte aus chlorophyllhaltigem, in der unteren aus fast farblosem Gewebe. Bei a a zwei in die Laubmasse eingesenkte Archegonien, das kleinere noch unbefruchtet, das größere nach der Befruchtung und das Sporogonium ausbildend. k ein reifes Sporogonium, welches nur eine stiellose, in der Laubmasse eingeschlossene Masse von Sporen darstellt, von denen noch eine Anzahl zu sehen sind. 40fach vergrößert.

werden daher an den entwickelten Theilen häufig nicht mehr gefunden (Fig. 476, B, b). Bei *Metzgeria*, *Aneura*, *Pellia* stellen sie nur ganz kurze haarförmige Bildungen dar, und bei *Anthoceros* fehlen sie ganz.

Anatomisch ist der frondose Moosstengel ebenfalls nur aus Zellen aufgebaut. Im einfachsten Falle (bei *Metzgeria*) ist das Laub eine einfache Zellenschicht; meist aber besteht es aus mehreren bis vielen übereinanderliegenden Schichten. Diese Verdickung ist gewöhnlich in der Mittellinie des Laubes, in deren Verlängerung der Vegetationspunkt liegt, am stärksten, während die Seitenränder, oft in beträchtlicher Breite, nur eine einfache Schicht darstellen, so daß das dünne Laub von einem dickeren Mittelnerv durchzogen erscheint. In diesem Falle sind entweder die Zellen aller Schichten oder nur die der oberen Seite des Laubes näher liegenden chlorophyllhaltig, im übrigen einander nahezu gleich. Bei den Marchantiaceen unter den Lebermoosen besteht dagegen eine vollkommnere Differenzirung verschiedener Gewebeschichten des Laubes (Fig. 477.): ein unteres mehr als die Hälfte der ganzen Dicke einnehmendes Gewebe ist aus mehreren Schichten großer, chlorophyllloser Parenchymzellen mit netzförmig verdickten Membranen, eine darüber liegende, dünnere, grüne Gewebelage aus kleineren, chlorophyllhaltigen Zellen zusammengesetzt, und die Oberseite wird noch von einer aus chlorophyllosen Zellen bestehenden Epider-

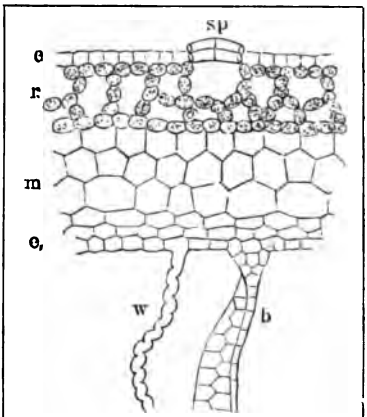


Fig. 477.

Marchantia polymorpha L.

Durchschnitt durch das Laub, e die Epidermis der Oberseite mit einer durchschnittenen Spaltöffnung sp, deren Zellringe zur Hälfte sichtbar sind. e, die Epidermis der Unterseite mit Wurzelhaaren w; bei b ein Theil eines durchschnittenen Blattes. r das chlorophyllhaltige, m das großzellige farblose Gewebe. Vergrößert.

nis überzogen. In der letzteren finden sich in gewissen Abständen von einander ziemlich große runde Oeffnungen (Fig. 477 sp im Durchschnitte), gebildet von mehreren übereinanderstehenden Ringen, deren jeder aus vier, sechs oder mehr im Kreise stehenden Zellen zusammengesetzt ist. Von der Oberfläche gesehen zeigt das Laub große rhombische Felder, in deren Mitte je eine solche Oeffnung sich befindet. Unter diesen Feldern liegt grünes Gewebe, an den Grenzen derselben reicht aber das farblose Gewebe der Unterseite bis an die obere Epidermis. Jene Apparate sind die Mündungen der lufthaltigen Räume, welche zwischen den Zellen der grünen Gewebepartien vorhanden sind. Sie entsprechen daher den Spaltöffnungen (§. 53.) der höheren Gewächse, obgleich sie von denselben abweichend gebaut sind.

3) **Vegetative Vermehrungsorgane, Brutorgane** kommen an Stengeln und Blättern mancher Moose vor. Bei den Laubmoosen findet sehr allgemein eine Neubildung von Protonema (S. 377) an verschiedenartigen Theilen der fertigen Moospflanze statt, und dieses kann ebenso wie der primäre Vorkeim (S. 377) Moosstämmchen entwickeln. So bilden sich Wurzelhaare an der Bodenoberfläche sehr häufig als Protonemafäden weiter, und aus Blatträndern sprossen öfters solche Fäden hervor; selbst aus zerschnittenen Mooskapseln und Kapselstielen hat man solche Fäden hervorgehen sehen. Bisweilen werden auch eigenthümliche Organe, Brutzellen und Brutknospen (Bulbillen[1]) gebildet. Erstere sind einzelne chlorophyllhaltige, runde Zellen, welche bisweilen in Menge aus den Blatträndern vieler Lebermoose papillenartig hervorsprossen, sich ablösen und darauf durch Zelltheilungen zur Anlage eines neuen Stengels sich ausbilden können. Unter Brutknospen versteht man dagegen größere, aus vielen chlorophyllhaltigen Zellen zusammengesetzte Körperchen. Sie finden sich auf der Oberseite mancher frondoser Lebermoosstämmchen meist innerhalb von Umhüllungen, welche aus der oberen Zellenschicht des Laubes ihren Ursprung nehmen, bei *Lunularia* eine halbmondförmige Tasche, bei *Marchantia* einen kleinen Becher mit gezähntem Rande (Fig. 478, A, D, b), bei *Blasia* sogar ein bauchig flaschenförmiges, nach oben in einen langen, dünnen, offenen Hals verlängertes Organ darstellen. Im Grunde dieser Behälter werden zahlreiche Bulbillen gebildet; jede steht auf einer kurzen Stielzelle und stellt bei *Blasia* ein sphärisches, bei *Marchantia* und *Lunularia* ein linsenförmiges Körperchen dar, welches an zwei gegenüberliegenden Einkerbungen des Randes das Knöspchen eines neuen Stämmchens besitzt. Auf feuchter Unterlage bilden sie an ihrer Unterseite rasch Wurzelhaare, worauf die beiden Knöspchen zu Laubsprossen auswachsen. Unter den Laubmoosen hat *Tetraphis* ähnliche linsenförmige Bulbillen auf dem von Blättchen kelchartig eingefaßten Gipfel und *Aulacomnium* auf einer blattlosen Verlängerung des beblätterten Stengels. An den Wurzelhaaren mancher Laubmoose kommen knöllchenförmige Zellenkörper vor, welche an der Bodenoberfläche ebenfalls zu neuen Moosstämmchen sich entwickeln.

II. Von den Geschlechts- und Fortpflanzungsorganen der Moose. §. 153.

Die männlichen und die weiblichen Geschlechtsorgane, jene als Antheridien,[2] diese als Archegonien[3] bezeichnet, sind durchgängig von sehr gleichförmiger Beschaffenheit. Man findet sie auf den entwickelten Stämmchen und zwar entweder beide auf derselben Pflanze oder auf verschiedenen Individuen. Moose der ersteren Art werden einhäusige (monöcische[4]), die der letzteren zweihäusige (diöcische[5]) genannt; im letzteren Falle wachsen aber gewöhnlich männliche und weibliche Pflänzchen in der Nähe beieinander. Bei den Ricciaceen und Anthoceroteen stehen beiderlei Organe einhäusig einzeln auf der Oberseite des Laubes, und zwar in das Gewebe desselben derart eingesenkt, daß sie nur mit ihrem Scheitel frei sind (Fig 476.). Gleichwohl entstehen sie aus oberflächlichen Zellen des Laubes und kommen nur deßhalb scheinbar in dasselbe zu liegen, weil sie von dem in ihrer Umgebung stark in die Dicke wachsenden Laub umwallt werden; nur die

1) Diminutiv von bulbus Zwiebel. 2) ☞ Seite 346, Note 1. 3) ☞ Seite 345, Note 6. 4) ☞ Seite 251, Note 13. 5) ☞ Seite 251, Note 14.

§. 153. Antheridien der Anthoceroteen entstehen in einem Raume innerhalb des Laubes, welcher später durch Trennung der ihn bedeckenden Zellenschichten geöffnet wird. Unter den Lebermoosen mit laubartigem Stengel verhalten sich die frondosen Jungermannieen und die Marchantiaceen von einander verschieden. Bei ersteren stehen Antheridien und Archegonien frei und meist einzeln oder zu wenigen beisammen unmittelbar auf der Oberseite des Laubes. Bei den Marchantiaceen entwickelt dagegen das Laub meist besondere, eigenthümlich gestaltete Sprosse, welche die Träger der Geschlechtsorgane, die hier meist zweihäusig sind, darstellen und **Fruchtstände** genannt werden. Die weiblichen sind aufrechte, gestielte Köpfe oder Schirme, die am Rande strahlig in cylindrische Fortsätze auswachsen (Fig. 478, A). An ihrer Oberseite zeigen sie die auch für das vegetative Laub charakteristische Differenzirung der Gewebe (S. 382); an der Unterseite sitzen die abwärts und auswärts gekehrten Archegonien. An den strahlig schirmartigen Fruchtständen von *Marchantia* bilden die letzteren radiale Reihen, welche mit den Strahlen abwechseln, und in denen die äußeren Archegonien die ältesten, die inneren die jüngsten sind. Jede Reihe derselben ist hier an beiden Seiten noch von blattartigen Schuppen, den Hüll- oder Deckblättern, begleitet. Die männlichen Fruchtstände sind bei *Marchantia* ebenfalls aufrecht wachsende, gestielte, aber tellerförmige Gebilde (Fig. 478, D), bei *Fegatella* sitzende polsterartige Scheiben. Auf der Oberseite dieser Träger finden sich in großer Anzahl die Antheridien eingesenkt mit frei bleibendem Scheitel wie im Laube der Ricciaceen und Anthoceroteen. Die männlichen Fruchtstände verbreitern sich durch Wachsthum an ihrem Rande und enthalten daher auch dort immer die jüngsten Antheridien. Bei den Moosen mit cylindrischen Stengeln stehen die Geschlechtsorgane zu mehreren oder auch einzeln auf dem Gipfel des Stengels oder in den Winkeln seiner Blätter, und diese Stellen hat man die Blüten der Moose genannt. Die Antheridien finden sich bei den hierher gehörigen Lebermoosen meist einzeln in den Winkeln gewöhnlicher Blätter. Bei den Torfmoosen sitzen sie ebenfalls einzeln in den Winkeln der dann gewöhnlich röthlich gefärbten,

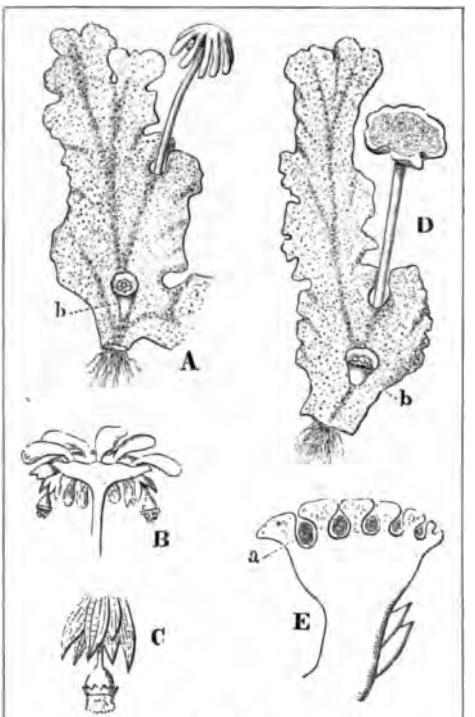


Fig. 478.

Das **Leberkraut** (*Marchantia polymorpha* L.).

A Ein Stück Laub einer weiblichen Pflanze mit einem Fruchtstande. b Brutbecherchen mit Brutknospen.

B Der weibliche Fruchtstand im Durchschnitte, zeigt auf der Unterseite die bereits ausgebildeten Kapseln. Schwach vergrößert.

C Eine der mit kurzem Stiele versehenen, an der Spitze mit Zähnen aufspringenden Kapseln, von ihren Deckblättern umgeben. Etwas mehr vergrößert.

D Ein Stück Laub einer männlichen Pflanze mit einem Fruchtstande. b Brutbecherchen mit Brutknospen.

E Ein junger männlicher Fruchtstand im Durchschnitte, vergrößert, um die eingesenkten, aber frei stehenden Antheridien a zu zeigen.

oberen Blätter gewisser Zweige, deren Enden dann wie kleine kätzchenartige Blütenstände aussehen. Die Laubmoose haben die Antheridien entweder mit den Archegonien zusammen auf dem Gipfel des Stengels oder für sich allein zu mehreren in dem Winkel eines Blattes, bei Zweihäusigkeit aber auf dem etwas verbreiterten Gipfel eines Stengels, wo sie dann von eigenthümlich gestalteten sogenannten Perichätialblättern[1] umgeben und untermengt, gewöhnlich auch noch von haarförmigen Bildungen, den Paraphysen[2] begleitet sind (Fig. 479, E). Die männliche Pflanze schließt dann mit der Bildung eines solchen Antheridienstandes ab, oder der Stammscheitel wächst durch den letzteren in vegetativer Form weiter fort, um nach einiger Zeit abermals einen Antheridienstand zu bilden, deren dann oft mehrere in Abständen übereinander vorkommen, wie besonders bei *Polytrichum* (Fig. 479, D). Die Archegonien stehen meistens auf dem Gipfel des Stengels, entweder auf dem des Hauptstammes oder auf dem kurzer Seitenzweige zu mehreren beisammen, ebenfalls hinter Perichätialblättern, sowie mit Paraphysen von mannigfaltiger Beschaffenheit untermengt. Bei den stengelbildenden Lebermoosen werden die Archegonien nach der Befruchtung noch von einer gemeinschaftlichen schlauchförmigen, am Ende oft gezähnten, ansehnlichen blattartigen Hülle, dem Perianthium[3] oder der Blütenhülle umgeben, welche aus dem Scheitel des Stammes hervorwächst (Fig. 481 und 482, A). Diese Bildung kommt auch bei einigen Marchantiaceen (*Marchantia*, *Preissia*) an jedem Archegonium vor. Da aus den Archegonien später die Mooskapseln hervorgehen, so haben diese bei allen Moosen die durch jene bestimmte Stellung auf den Stengeln.

§. 153.

Fig. 479.

Der gemeine Widerthon (*Polytrichum commune* L.).

A Eine weibliche Pflanze in natürlicher Größe. Die Kapsel ist noch von der behaarten Haube bedeckt.
B Eine junge von der Haube entblößte Kapsel mit dem Deckel, in natürlicher Größe.
C Reife Kapsel nach Ablösung des Deckels, das Peristom p zeigend, dessen Zähne durch eine Haut verbunden sind. a die Apophyse. Wenig vergrößert.
D Eine männliche Pflanze in natürlicher Größe, bei a a der Stand der Antheridien, die sogenannte männliche Blüte.
E Eine männliche Blüte im Längsschnitt, schwach vergrößert. a die Antheridien, b die Perichätialblätter, p die Paraphysen.

Die Antheridien sind runde oder längliche Körperchen, welche einen kurzen, aus mehreren Zellen bestehenden Stiel besitzen, und an denen eine von einer einfachen Zellenschicht gebildete Wand und ein aus zahlreichen kleinen, kubischen protoplasmareichen Zellchen zusammengesetztes inneres Gewebe zu unterscheiden

1) Von περί herum und χαίτη das lose Haar, die Mähne, bei Bäumen das Laub, weil diese Blätter außen herum stehen. 2) gebildet aus παρά daneben und φύειν entstehen, weil diese Gebilde neben den Geschlechtsorganen vorkommen. 3) gebildet aus περί und ἄνθος Blüte.

... Fig. 478, ... Es hat keine eigene Wand, sondern besteht ... der Sporen. Der Embryo vergrößert sich nämlich zu ... chlorophyllosen Zellen zusammengesetzten sphärischen ... Bedeutung der Sporenbildung und der damit zusammen- ... der Mutterzellen in Sporen zerfällt. Letztere werden nach ... und des Laubes frei.

... Ordnungen entwickelt sich dagegen das Sporogonium weit ... aus der Haube hervortretendes, gestieltes und mit ... (Archegonium), im Inneren die Sporen erzeugendes Sporangium (Büchse theca), die sich bei der Reife in bestimmter Weise ... Sporen auszustreuen. Der Embryo vergrößert sich hier zu einem ... gestreckten Körper, der aus Längsreihen parenchymatischer, chlorophyll- ... besteht und anfangs noch von dem erweiterten Archegoniumbauche ... An diesem Körper prägen sich schon um diese Zeit die zwei oder drei ... des jüngeren Sporogoniums aus (Fig. 481, C). Der obere dem ... zugekehrte Theil erhält größeren Umfang, er wird zu der für ... Sporenbildung speciell bestimmten eigentlichen Kapsel, und es differenziren ... alsbald zwei oder mehrere peripherische Zellenschichten, welche zur ... der Kapsel werden, von dem inneren Gewebe, welches für die Sporenbildung ... Das übrige Stück des Embryos bleibt schmäler, es theilt seine ... Male durch Querwände, ohne sich zunächst erheblich zu strecken, besteht ... aus vielen übereinander liegenden niedrigen Zellen. Dieses ist die ... des Stieles oder der Borste (seta). Zu gewisser Zeit beginnt nämlich ... Längenwachsthumes aller seiner Zellen eine bedeutende Streckung des Stieles, ... er meist eine ansehnliche Länge erreicht und die Kapsel unter Durchbrechung ... Haube frei emporhebt. Bei den Lebermoosen und Anthoceroteen ist noch ein ... Theil am unteren, im Stammgewebe ruhenden Ende des Stieles zu unter- ... der sogenannte Fuß, d. i. eine aus größeren, sich nicht weiter theilenden ... bestehende rübenartige Verdickung desselben (Fig. 481, C, f).

In den ersten Theilungen der Eizelle, welche zur Bildung des Embryos führen, hat man auch bei den Muscineen gewisse Uebereinstimmungen gefunden. Die Eizelle theilt sich durch eine zur Archegoniumaxe rechtwinklige oder etwas geneigte Wand in eine untere und eine obere Zelle: darauf zerfallen beide oder nur die obere durch eine zur vorigen rechtwinklige Wand in Quadrantenzellen. Aus der unteren oder den unteren Zellen entsteht der Fuß, aus den oberen Quadranten Kapsel und Stiel. Wenn die beiden ersten Wände in der oberen Hälfte der Eizelle schief stehen, so sind die beiden oberen Quadranten ungleich groß, und wenn die folgenden Querwände sich ebenfalls unter einem schiefen Winkel an die Quadrantenwand ansetzen, so scheint der Embryo mit einer zweischneidigen Scheitelzelle zu wachsen. Dabei wächst oft der eine Quadrant überwiegend, während der andere unterdrückt wird, wie bei den Anthoceroteen und besonders bei den Laubmoosen, wo die Kapsel nur aus dem einen der beiden Quadranten sich entwickelt. Dagegen entsteht bei den Lebermoosen die Kapsel aus beiden Quadranten oder aus den obersten durch Querwände abgeschnittenen Segmenten beider, denn die unteren Segmente geben zur Bildung des Stieles Veranlassung.

§. 154. **Formen des Sporogoniums.** In der Ausbildung, welche das fertige Sporogonium annimmt, weichen die einzelnen Ordnungen der Muscineen von einander ab in folgender Weise:

1) Von der einfachsten, nur auf das sporenbildende Gewebe reducirten Form des Sporogoniums bei den meisten Ricciaceen ist oben (S. 387) die Rede gewesen.

2) Bei den Lebermoosen wird die Haube an ihrer Spitze gesprengt, nicht mützenartig abgehoben; sie umgiebt die Basis des Stieles als ein Scheidchen (vaginula, Fig. 483, c). Der Stiel bleibt bei den Marchantiaceen verhältnißmäßig kurz (Fig. 478, C), bei den Jungermanniaceen wächst er in verticaler Richtung zu ansehnlicher Länge empor (Fig. 482. u. 483.) und besteht hier aus

1) ☞ Seite 345, Note 4.

§. 153.

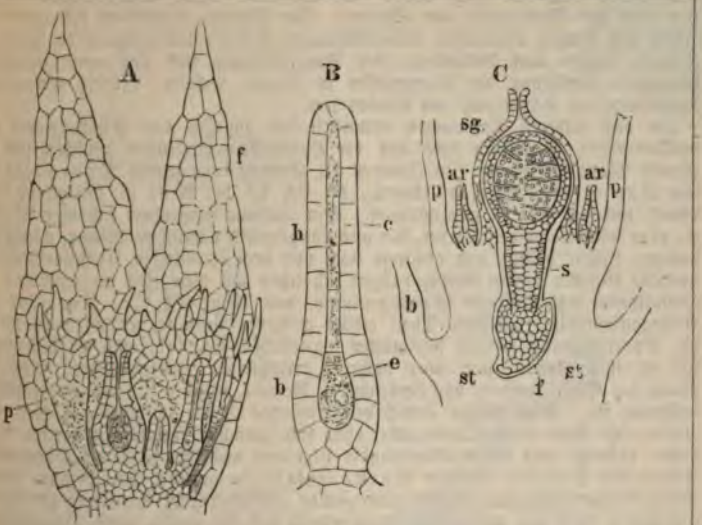


Fig. 481.

Jungermannia bicuspidata L.

A Durchschnitt durch die Spitze eines fructificirenden Stämmchens. f das letzte Blatt. p das am Rande zerschlitzte Perianthium, innerhalb dessen auf dem Ende des Stämmchens zwei junge und ein befruchtetes, weiter entwickeltes Archegonium sichtbar sind. 90fach vergrößert.

B Ein Archegonium stärker vergrößert. b der Bauch-, h der Halstheil desselben. In der Mitte des ersteren ist die Eizelle e sichtbar. Der Halstheil ist in diesem Zustande noch mit einer Reihe von Zellen erfüllt, welche alsbald sich auflösen und einen Kanal erzeugen (c), welcher durch Auseinandertreten der oberen Zellen des Halses geöffnet wird und den Spermatozoiden Zutritt zu der Eizelle gestattet.

C Die Spitze eines fructificirenden Stämmchens, der Länge nach durchschnitten. st das Stämmchen, b das letzte Blatt, p p die Basis des Perianthiums. ar ar unbefruchtet gebliebene Archegonien. Nur das mittelste Archegonium ist befruchtet worden und hat unter bedeutender Vergrößerung sich zum Sporogonium sg auszubilden begonnen. Letzteres ist bereits in seinen Haupttheilen angelegt: der obere Theil bildet die von der Archegoniumhülle noch umgebene junge Kapsel mit ihren Sporen und Schleuderzellen im Innern, s ist die Anlage des Stieles, dessen Basis eine in das Gewebe des Stammes sich vertiefende Verdickung, den Fuß f, gebildet hat. 100fach vergrößert.

membran und ist dadurch zur Embryozelle geworden. Von den beisammenstehenden Archegonien wird in der Regel nur eins befruchtet, die übrigen werden nicht weiter ausgebildet. Das befruchtete aber wächst bedeutend, indem der Bauchtheil sich beträchtlich erweitert zu einer sogenannten Haube (calyptra), und indem damit Schritt haltend die Embryozelle durch Theilungen zu einem Zellenkörper heranwächst. Diesen nennt man, weil er den Anfang einer neuen Generation darstellt, Embryo. Derselbe ist dem gleichnamigen Gebilde bei den Gefäßkryptogamen (§. 140.) äquivalent, nimmt aber hier weit einfachere Organisation an: statt wie dort zu einem vollständigen Pflanzenorganismus sich zu entwickeln, wird hier nur eine sporenbildende Frucht aus ihm, Sporogonium[1] genannt, welche auf dem Thallus steht und von ihm ernährt wird. Das Sporogonium gewinnt in den einzelnen Ordnungen der Moose verschiedene Ausbildung, worauf hauptsächlich die Charakteristik dieser Abtheilungen sich gründet.

Am einfachsten ist das Sporogonium bei den Ricciaceen; es bleibt hier immer in dem erweiterten Bauche des Archegoniums eingeschlossen und mit diesem

1) Gebildet aus σπορά Spore und γόνος Geburt, Zeugung.

dem Laube eingesenkt (Fig. 476.). Es hat keine eigene Wand, sondern besteht nur aus den Mutterzellen der Sporen. Der Embryo vergrößert sich nämlich zu einem aus kleinen, rundlichen, chlorophyllosen Zellen zusammengesetzten sphärischen Körper, welcher nach Vollendung der Sporenbildung und der damit zusammenhängenden Auflösung der Mutterzellen in Sporen zerfällt. Letztere werden nach Verwesung der Haube und des Laubes frei.

In den anderen Ordnungen entwickelt sich dagegen das Sporogonium weit vollkommener, es ist ein stets aus der Haube hervortretendes, gestieltes und mit eigener Wand versehenes, im Inneren die Sporen erzeugendes Sporangium, eine Kapsel oder Büchse (theca), die sich bei der Reife in bestimmter Weise öffnet, um die Sporen auszustreuen. Der Embryo vergrößert sich hier zu einem ei- oder spindelförmigen Körper, der aus Längsreihen parenchymatischer, chlorophyllhaltiger Zellen besteht und anfangs noch von dem erweiterten Archegoniumbauche umhüllt ist. An diesem Körper prägen sich schon um diese Zeit die zwei oder drei Haupttheile des künftigen Sporogoniums aus (Fig. 481, C). Der obere dem Archegoniumhalse zugekehrte Theil erhält größeren Umfang, er wird zu der für die Sporenbildung speciell bestimmten eigentlichen Kapsel, und es differenziren sich an ihm alsbald zwei oder mehrere peripherische Zellenschichten, welche zur Wand der Kapsel werden, von dem inneren Gewebe, welches für die Sporenbildung bestimmt ist. Das übrige Stück des Embryos bleibt schmäler, es theilt seine Zellen viele Male durch Querwände, ohne sich zunächst erheblich zu strecken, besteht daher anfangs aus vielen übereinander liegenden niedrigen Zellen. Dieses ist die Anlage des Stieles oder der Borste (seta). Zu gewisser Zeit beginnt nämlich infolge Längenwachsthumes aller seiner Zellen eine bedeutende Streckung des Stieles, wodurch er meist eine ansehnliche Länge erreicht und die Kapsel unter Durchbrechung der Haube frei emporhebt. Bei den Lebermoosen und Anthoceroteen ist noch ein dritter Theil am unteren, im Stammgewebe ruhenden Ende des Stieles zu unterscheiden, der sogenannte Fuß, d. i. eine aus größeren, sich nicht weiter theilenden Zellen bestehende rübenartige Verdickung desselben (Fig. 481, C, f).

In den ersten Theilungen der Eizelle, welche zur Bildung des Embryos führen, hat man auch bei den Muscineen gewisse Uebereinstimmungen gefunden. Die Eizelle theilt sich durch eine zur Archegoniumaxe rechtwinklige oder etwas geneigte Wand in eine untere und eine obere Zelle; darauf zerfallen beide oder nur die obere durch eine zur vorigen rechtwinklige Wand in Quadrantenzellen. Aus der unteren oder den unteren Zellen entsteht der Fuß, aus den oberen Quadranten Kapsel und Stiel. Wenn die beiden ersten Wände in der oberen Hälfte der Eizelle schief stehen, so sind die beiden oberen Quadranten ungleich groß, und wenn die folgenden Querwände sich ebenfalls unter einem schiefen Winkel an die Quadrantenwand ansetzen, so scheint der Embryo mit einer zweischneidigen Scheitelzelle zu wachsen. Dabei wächst oft der eine Quadrant überwiegend, während der andere unterdrückt wird, wie bei den Anthoceroteen und besonders bei den Laubmoosen, wo die Kapsel nur aus dem einen der beiden Quadranten sich entwickelt. Dagegen entsteht bei den Lebermoosen die Kapsel aus beiden Quadranten oder aus den obersten durch Querwände abgeschnittenen Segmenten beider, denn die unteren Segmente geben zur Bildung des Stieles Veranlassung.

§. 154. **Formen des Sporogoniums.** In der Ausbildung, welche das fertige Sporogonium annimmt, weichen die einzelnen Ordnungen der Muscineen von einander ab in folgender Weise:

1) Von der einfachsten, nur auf das sporenbildende Gewebe reducirten Form des Sporogoniums bei den meisten Ricciaceen ist oben (S. 387) die Rede gewesen.

2) Bei den Lebermoosen wird die Haube an ihrer Spitze gesprengt, nicht mützenartig abgehoben; sie umgiebt die Basis des Stieles als ein Scheidchen (vaginula, Fig. 483, c). Der Stiel bleibt bei den Marchantiaceen verhältnißmäßig kurz (Fig. 478, C), bei den Jungermanniaceen wächst er in verticaler Richtung zu ansehnlicher Länge empor (Fig. 482. u. 483.) und besteht hier aus

1) Siehe S. 345, Note 4.

§. 154.

Fig. 482.

Jungermannia bicuspidata L.

A Ein fructificirender Stengel, auf seiner Spitze mit einer reifen Kapsel, deren langer Stiel am Grunde von dem Perianthium e umgeben ist, durch welches die Haube verdeckt ist. Schwach vergrößert.

B Eine gestielte Kapsel, welche sich mit vier Längsklappen geöffnet und ihren nur aus Sporen und Schleuderzellen bestehenden Inhalt bereits entleert hat. Vergrößerung ebenso.

C Eine Schleuderzelle mit ihren spiraligen Verdickungen aus der Kapsel, nebst einigen daneben liegenden Sporen. 300fach vergrößert.

Fig. 483.

Pellia epiphylla Nees v. E.

Stück eines laubförmigen Stammes, bei vvv die fortwachsenden Vegetationspunkte seiner Zweige; auf der Unterseite Wurzelhaare. Auf der Oberseite des einen Zweiges steht eine Kapsel, deren langer Stiel am Grunde von der durchrissenen und als Scheide stehen bleibenden Haube c umgeben ist. Zweimal vergrößert.

dünn- und zartwandigen, farblosen Zellen, ist daher nach eingetretener Reife der Kapsel rasch vergänglich. Die im reifen Zustande dunkel gefärbte Wand der runden oder eiförmigen, glatten Kapsel besteht aus einer einzigen Schicht von Zellen, deren Membranen meist durch ringförmige Fasern oder Querleisten stark verdickt sind. Das innere Gewebe der Kapsel besteht anfangs aus lauter rundlichen, zartwandigen, chlorophyllhaltigen Zellen. Diese werden sämmtlich zu den Mutterzellen der Sporen und zu den in der reifen Kapsel zwischen den Sporen eingemengt liegenden Schleudern oder Elateren[1]. Letztere sind im fertigen Zustande inhaltsleere, spindelförmige Zellen, deren Membran mit einem oder zwei gebräunten Spiralbändern verdickt ist (Fig. 482, C). Dieselben sind hygroskopisch und bewirken durch ihre Ausstreckung beim Austrocknen die Aussaat der Sporen. Die reife Kapsel der Lebermoose öffnet sich, indem ihre Wand meist in vier Längsklappen von oben nach unten sich spaltet (Fig. 482, B) oder auch an ihrer Spitze mit Zähnen aufreißt (Fig. 478, C), sehr selten durch Abwerfen des oberen Theiles als Deckel.

3) Bei den Laubmoosen reißt der Archegoniumbauch an seinem unteren Ende quer durch, läßt seine Basis als eine kleine Scheide um den Grund der Seta stehen, während er selbst von dem Sporogonium als eine Haube oder Mütze (calyptra) emporgehoben wird, welche meist lange Zeit, nämlich bis zur Vollendung der Ausbildung der Kapsel, auf derselben sitzen bleibt und zuletzt abgestreift wird (Fig. 484.). Die Haube hat bald regelmäßig glockenförmige, bald ungleiche lappenförmige Gestalt, besteht aus stark verdickten Zellen und ist auswendig bis-

1) Ἐλατήρ Treiber, Beweger, Schleuderer.

§. 151. weilen mit langen Haaren bedeckt, wie bei *Polytrīchum* (Fig. 479, A). Die Borſte erreicht hier höhere Ausbildung; ſie beſteht aus ſtärker verdickten Zellen, deren centrale oft enger als die anderen ſind. Sie ſtreckt ſich ſchon, ehe die um dieſe Zeit noch ganz von der Haube umgebene Kapſel ihre Ausbildung erreicht; auch bleibt ſie wegen ihrer Dauerhaftigkeit nach der Fructification auf dem Mooſe ſtehen. Eine beſonders hohe Ausbildung erreicht die Kapſel, die hier runde bis birnförmige, bisweilen ungleichhälftige Geſtalt beſitzt. Von ihrem inneren Gewebe bleibt nämlich der größte in der Mitte liegende, den Scheitel mit der Baſis verbindende Theil an der Sporenbildung unbetheiligt, er entwickelt ſich zu einer Mittelſäule (columella[1]), welche bis zur Sporenreife erhalten bleibt (Fig. 485, A, c). Nur eine verhältnißmäßig ſchmale ringförmige Zellenſchicht um die Mittelſäule wird zu den Sporenmutterzellen (Fig. 485, A, s). Elateren (S. 389) werden hier nicht gebildet. Die Kapſelwand iſt von einer mit Cuticula verſehenen Epidermis überzogen, in welcher bei manchen Mooſen ſogar echte Spaltöffnungen (§. 53) vorkommen. Unter ihr liegt ein chlorophyllführendes Parenchym, zwiſchen deſſen Zellen oft luſthaltige Zwiſchenräume ſich finden (Fig. 485, A, h). In der Abtheilung der Phascaceen öffnet ſich die Kapſel nicht von ſelbſt, die Sporen werden erſt nach Verweſung derſelben frei. Bei den Andreäaceen geht ſie in vier oben und unten verbunden bleibende Längsklappen auf. Bei den echten Laubmooſen (*Brÿinae*) aber wird der obere Theil der Kapſel, welcher keine Sporen bildet, als ein Deckel (operculum) abgeworfen, ſo daß der untere ſporenenthaltende als eine offene Urne ſtehen bleibt. Die Ablöſung des Deckels geſchieht dadurch, daß eine ringförmige Zone von Epidermiszellen ſehr dünne Wände behält, welche ſpäter eintrocknen und ſchwinden und ſo einen ringförmigen Riß bilden; oder dadurch, daß die inneren Wände der genannten Zellen gallertartig erweichen, während die äußeren ſich ſtark verdicken und als ein zuſammenhängender Ring (annulus) abgeſtoßen werden. Beim Abfallen des Deckels zerreißt auch die Columella zwiſchen Urne und Deckel, ſo daß der mit den Sporen erfüllte Raum oben offen wird. Die Mündung der Urne iſt bei vielen Laubmooſen mit einem Beſatze aufgerichteter zahnförmiger Läppchen oder Fäden verſehen, die zuſammen als Mündungsbeſatz (peristomium[2]) bezeichnet werden. Ihre Zahl

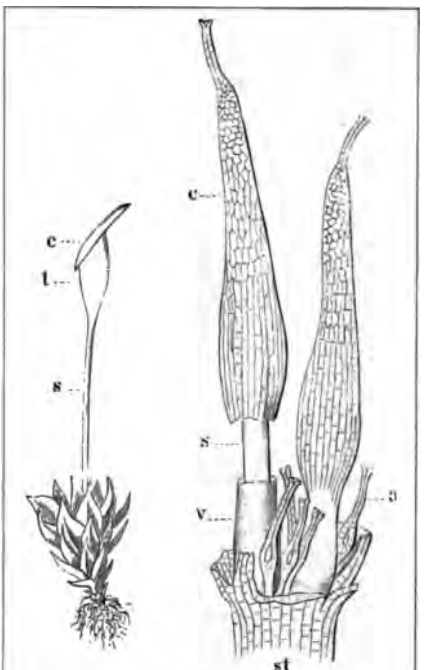


Fig. 484.
Anacalÿpta lanceolāta Roehl.
(*Weissia lanceollāta* Schwaegr.).
Ein acrocarpes Moos, s die Borſte, t die Kapſel, noch von der kapuzenförmigen Haube c bedeckt. Rechts das Stengelende st einer jüngeren Pflanze, nach Entfernung der Blätter, vergrößert. Außer einer Anzahl unbefruchteter und nicht weiter entwickelter Archegonien a zwei befruchtete und ſtark entwickelte, in denen der Embryo ſich zur Kapſel ausbildet. Das rechtsſtehende iſt noch ganz vom Archegonium umhüllt, am linken iſt daſſelbe infolge der Streckung der Borſte s ſo zerriſſen, daß ſein unterer Theil als Scheidchen v ſtehen bleibt, ſein oberer als Haube c emporgehoben wird.

1) Diminutiv von colūmna Säule. 2) gebildet aus περί herum und στόμα Mund, Mündung.

§. 154.

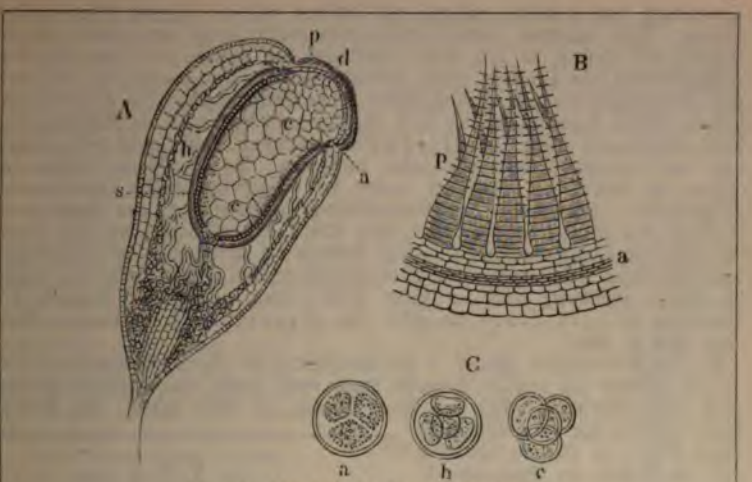


Fig. 485. **Funaria hygrometrica** Hedw.

A Längsschnitt durch die Kapsel. d Deckel. p Eine unter demselben liegende ausgezeichnete Zellenschicht, welche das Peristom bildet. c c Die Mittelsäule. a Der Ring an der künftigen Mündung der Kapsel. h Lufträume, indem die Zellen der inneren Schicht der Kapselwand auseinanderweichen und fadenförmig sich strecken. s Die schmale Schicht, in welcher die die Sporen erzeugenden runden Mutterzellen liegen. Schwach vergrößert. Nach Sachs.

B Ein Stück der Wand an der Mündung der geöffneten Kapsel mit dem Peristom p, dessen Zähne mit Querbalken ausgestattet sind; hinter denselben sind die zarteren Zähne des innern Peristoms zum Theil sichtbar. a Der Ring. Stärker vergrößert.

C a und b zwei Mutterzellen von Sporen, die ihren Inhalt in vier Portionen getheilt haben, deren jede sich zu einer Spore ausbildet. c Die vier ausgebildeten Sporen einer Mutterzelle nach Auflösung der Membran der letzteren. 550fach vergrößert.

ist ein Multiplum von 4, am häufigsten 16 oder 32. Es sind meist gelbe oder rothe, oft mit starken Quer- und Längsleisten regelmäßig besetzte, häutige Gebilde, die in ihren sehr mannichfaltigen Formen für die einzelnen Gattungen charakteristisch sind. Das Peristom ist bald in einer einfachen, bald in einer doppelten Reihe von Zähnen vorhanden; im letzteren Falle ist das äußere von dem inneren Peristom verschieden (Fig. 485, B, p, Fig. 486, 4 u. 5.). Diese Bildungen entstehen dadurch, daß eine der unter der Epidermis des Deckels liegenden und dieser parallelen Zellenschichten ihre äußeren Längswände und die

Fig. 486.
Das dreiseitige Astmoos (*Hypnum triquetrum* L.).

1 Ein verzweigter pleurocarper Stengel in natürlicher Größe.

2 Ein einzelnes Blatt vergrößert.

3 Eine ungleichhälftige, noch vom Deckel verschlossene Kapsel, vergrößert.

4 Das äußere, 5 das innere Peristom der Kapsel, beide von einander verschieden. Stärker vergrößert.

§. 154. Querwände stark verdickt, während die seitlichen und die inneren Wände dünn bleiben. Diese dünneren Wände verschwinden später sammt dem ganzen übrigen Gewebe des Deckels, so daß beim Abspringen des letzteren nur jene verdickten Zellhautstreifen als Peristom stehen bleiben. Wo letzteres doppelt ist, da bilden zwei hintereinanderliegende Zellenschichten solche Verdickungen. Bei *Polytrīchum* sind die kurzen Peristomzähne an ihren Spitzen durch eine über die Mündung der Urne ausgespannte Haut, Epiphragma[1], verbunden, welche gleich den Zähnen von einer einfachen Schicht von Zellen herstammt. An der Grenze zwischen der Theca und dem Stiele bildet der letztere bei einigen Laubmoosen (*Splachnum*, *Polytrīchum*) eine knopf- bis scheibenförmige Anschwellung, den sogenannten Ansatz oder Kropf (apophysis[2], Fig. 479, C, a), welche bei manchen Arten sehr ansehnliche Größe annimmt. — Je nachdem die Archegonien auf dem Gipfel oder auf kurzen Seitenzweigen des Moosstengels gebildet werden, trägt der letztere die Kapsel endständig oder an seiner Seite; man unterscheidet hiernach die Laubmoose in acrocarpe[3] im ersten und pleurocarpe[4] im zweiten Falle (Fig. 484. u. 486.).

4) Die Torfmoose gleichen in der Ausbildung des Sporogoniums den Laubmoosen insofern als dasselbe ebenfalls durch einen Deckel an der Spitze geöffnet wird, eine Mittelsäule besitzt und keine Elateren (S. 389) bildet. Die Mittelsäule ist aber nur ein halbkugelförmiger Körper im Grunde der Urne, und die Schicht der Sporenmutterzellen geht hier auch über den Scheitel desselben hinweg. Am meisten aber weichen sie dadurch ab, daß das Sporogonium selbst keinen Stiel entwickelt, daß vielmehr der dasselbe tragende Endtheil des Zweiges sich zu einem stielförmigen, einer echten Seta ähnlichen Träger, Pseudopodium[5] genannt, verlängert; eine Bildung die allerdings auch bei *Andreaea* unter den Laubmoosen auftritt: der Archegoniumbauch ist also hier auf der Spitze des Pseudopodiums unmittelbar am Grunde der Urne zu suchen, er bildet um die Kapsel eine Haube, die aber hier wie bei den Lebermoosen an der Spitze durchrissen wird, so daß sie die Urne am Grunde umgiebt (Fig. 487.).

5) Bei den Anthoceroteen wird der Archegoniumbauch ebenfalls an der Spitze durchrissen, nicht als Haube abgehoben. Eine grüne scheidenförmige Wucherung des Laubes umgiebt den Grund des sehr langen und schmalen, meist etwas hornförmig gekrümmten Sporogoniums, welches von den übrigen Muscineen darin abweicht, daß es eine von oben nach unten fortschreitende Ausbildung zeigt: seine Spitze ist der älteste Theil, die Basis der jüngste, jene hat die Aus-

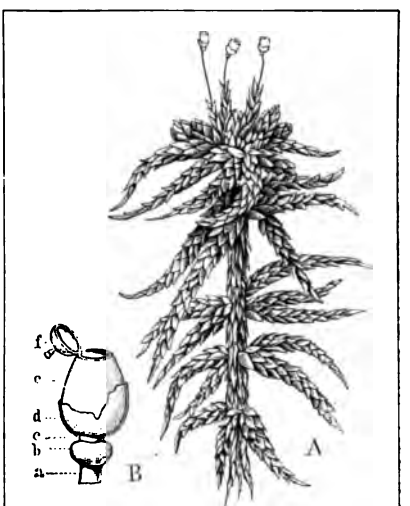


Fig. 487.
Das kahnblättrige Torfmoos (*Sphagnum cymbifolium* Ehrh.).
A Oberer Theil des Stengels, an der Spitze mehrere Zweige mit reifen Kapseln, in natürlicher Größe.
B Eine reife Kapsel. a das Pseudopodium, welches an seinem Ende eine Verdickung b bildet. c der nicht zur Entwickelung kommende Stiel der Kapsel. e die Kapsel, am Grunde von der unregelmäßig zerrissenen Haube d umgeben. f der sich abtrennende Deckel. Vergrößert.

1) Zusammengesetzt aus ἐπί auf und φράγμα Zaun, Bedeckung. 2) ἀπόφυσις Auswuchs. 3) zusammengesetzt aus ἄκρα Spitze, Gipfel und καρπός Frucht. 4) zusammengesetzt aus πλευρά Seiten und καρπός Frucht. 5) gebildet aus ψεῦδος Lüge und πόδιον, Diminutiv von πούς Fuß, weil es nicht der wahre Stiel der Kapsel ist.

bildung schon erreicht, während sie in dieser noch längere Zeit andauert. Das Sporogonium hat keinen deutlich gesonderten Stiel; seiner ganzen Länge nach ist es durchzogen von einer Mittelsäule (S. 390), welche umgeben ist von einer Schicht Sporenmutterzellen, zwischen denen hier wie bei den Lebermoosen Elateren (S. 389) vorhanden sind. Die Wand besteht aus mehreren Schichten chlorophyllhaltiger Parenchymzellen und ist überzogen mit einer Epidermis, welche echte Spaltöffnungen (§. 53.) bildet. Im reifen Zustande öffnet sich die Kapsel wie eine schotenartige Frucht, indem sie von oben nach unten in zwei Längsklappen aufreißt, zwischen denen die Mittelsäule stehen bleibt (Fig. 488, B).

§. 154.

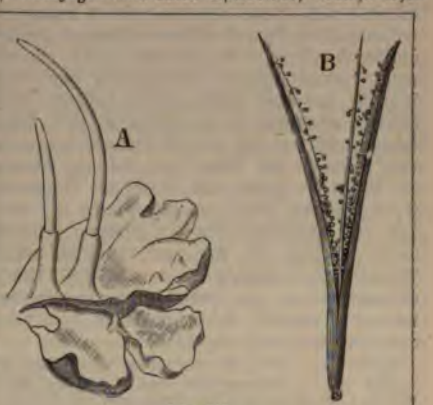


Fig. 488.

Anthocĕros laevis L.

A Stück des Laubes mit zwei noch unreifen hornförmigen Kapseln, die am Grunde von einer Wucherung des Laubes umwachsen sind. Wenig vergrößert.

B Eine reife Kapsel, die sich von oben an schotenartig in zwei Klappen gespalten hat, zwischen denen die Mittelsäule sichtbar ist. Sie enthält Sporen, mit kurzen Fädchen (Elateren) gemengt. Wenig vergrößert.

Die Bildung der Sporen geschieht bei allen Muscineen im Wesentlichen auf einerlei Weise. Die Mutterzellen sind bei den Lebermoosen chlorophyllhaltig, bei den übrigen farblos, meist von runder Gestalt und isoliren sich vor der Sporenbildung. Letztere beginnt damit, daß jede Mutterzelle sich in vier tetraëdrische Specialmutterzellen theilt (Fig. 485, C). Die Mutterzellhaut und die Scheidewände quellen häufig bei Einwirkung von Wasser gallertartig auf, wobei der Inhalt einer jeden Tochterzelle als ein runder Körper austritt. Dieser umkleidet sich innerhalb derselben alsbald mit einer Membran und stellt nun eine junge Spore dar. Die umhüllenden Membranen der Mutterzellen werden darnach aufgelöst, und die Sporen bleiben allein vorhanden. Dieselben sind von runder oder tetraëdrischer Gestalt. Ihre Membran besteht meistens aus einem Exosporium und einem Endosporium (§. 140.); letzteres durchbricht bei der Keimung das erstere; der Inhalt der Sporen besteht aus Protoplasma mit Chlorophyll, oft auch mit Stärkekörnchen oder fettem Oel. Die Sporen sind sogleich nach ihrer Reife und Ausstreuung keimfähig. Bei den Torfmoosen kommen außer den gewöhnlichen tetraëdrischen Sporen in besonderen kleineren Kapseln kleinere polyëdrische Sporen vor, welche durch eine weitergehende Theilung ihrer Mutterzellen zu 16 in jeder derselben entstehen, aber nicht keimfähig sind.

Die Entwickelung der Geschlechtsorgane und die Reifung der Kapseln halten bei vielen Moosen bestimmte Zeiten inne und erfordern eine bestimmte Dauer. Bei manchen Lebermoosen, desgleichen bei einigen Laubmoosen, z. B. *Funaria*, finden sich zu allen Zeiten Geschlechtsorgane und Kapseln in verschiedenen Entwickelungszuständen. Viele Lebermoose aber erzeugen im Sommer Geschlechtsorgane und bilden auch vor dem Winter das Sporogonium nahezu aus; aber erst im folgenden Frühjahre tritt dieses hervor und entläßt die Sporen. Manche Laubmoose, wie z. B. *Phascum*, entwickeln im Herbste Geschlechtsorgane und haben noch vor dem Winter reife Kapseln. Bei den meisten Laubmoosen aber ist die Entwickelung der Kapsel von langer Dauer; viele Arten von *Hypnum*, *Bryum*, *Polytrichum* u. s. w. haben im Sommer oder Herbst Geschlechtsorgane, das Sporogonium erreicht aber erst im nächstfolgenden Sommer oder Herbst seine Reife, gebraucht also ein volles Jahr.

Die Muscineen zeigen uns in ihrem Sporogonium den Urzustand, aus welchem sich die Stamm- und Blattorgane der phanerogamen Pflanze herausgebildet haben. Denn wie im Vorausgehenden mehrfach hervorgehoben wurde, ist das Sporogonium der Muscineen der aus Stamm und Blättern bestehenden Pflanze bei den Gefäßkryptogamen und Phanerogamen äquivalent; beides sind die sporenbildenden Generationen. Das Sporogonium ist aber morphologisch indifferent; es ist weder Stamm noch Blatt, und wir müssen annehmen, daß die sporenbildende Generation erst allmählich bei den höheren Pflanzen die Differenzirung in morphologisch unterscheidbare Organe angenommen hat. Um so mehr müssen wir festhalten, daß unsere morphologischen Definitionen von Stamm und Blatt künstlich construirte Begriffe sind, die wohl auf den höheren Stufen des Pflanzenreiches einigermaßen haltbar, aber nicht in der ganzen Reihe desselben anwendbar sind. Bei den Gefäßkryptogamen und bis zu den Gymnospermen läßt sich eine so scharfe Unterscheidung von Stamm und Blatt, wie bei den übrigen Phanerogamen nicht durchführen; die Wedel der Farne, die Wedel der Cycadeen, die wedelartigen Sprosse gewisser Coniferen, wie *Phyllocládus*, *Thuja* ꝛc., die offenbar einander gleichwerthig sind, sind eher Stammgebilde als Blätter. Dadurch würde sich auch der Widerspruch verlieren, dem die Annahme, daß die Cycadeen und Coniferen gleich anderen Phanerogamen angiosperm sind (☞ §. 135.), begegnet, nämlich daß die Blüten (Samenknospen der Gymnospermentheorie) der Cycadeen auf Blättern (den sogenannten Carpellen) stehen, während doch bei höheren Pflanzen die Blüten immer dem Stammsysteme angehören.

Literatur über Muscineen. Gottsche, in Nova Acta Acad. Leopold. XX. 1. — Schimper, Recherches anat. et physiol. sur les Mousses. Straßburg 1848. — Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen der Keimung ꝛc. der höheren Kryptogamen. Leipzig 1851, und Jahrb. f. wiss. Botanik III. — Lantzius-Beninga, Beitr. z. Kenntniß des Baues der ausgewachsenen Mooskapsel, in Nova Acta Acad. Leopold. 1847. — Kny, in Jahrb. f. wiss. Botanik. IV. pag. 64 und V. pag. 359. — Thuret, in Ann. des sc. nat. 1851. T. XVI. — Straßburger, Befruchtung bei Marchantia, in Jahrb. f. wiss. Botanik VII. pag. 409. — Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose. 1—3. Heft. Jena 1874—1877; sowie dessen Abhandlungen in Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1868, 1869, 1871, 1876, 1879, 1880 und in Bot. Zeitg. 1871, Nr. 34, und 1872, Nr. 3. — Janczewsky, in Bot. Zeitg. 1872. Nr. 21. — J. Kühn, Entwickelungsgeschichte der Andreäaceen, Leipzig 1870. — H. Müller (Thurgau), Die Sporenvorkeime ꝛc. der Laubmoose. Leipzig 1874. — Kienitz-Gerloff, in Bot. Zeitg. 1874, Nr. 11, 1875, Nr. 48, 1876, Nr. 45.

IV. Morphologie der Laub- oder Lagerpflanzen oder Thallophyten[1].

§. 155. Unter Thallophyten verstehen wir sämmtliche niederen Kryptogamen, nämlich Algen, Pilze und Flechten. Wie schon die Moose Zeitlebens in der Form des Thallus (§. 65.) vegetiren, so auch die Thallophyten. Aber während bei jenen aus dem Sexualacte ein besonderer sporenbildender Organismus in Gestalt des auf dem Thallus sich entwickelnden Sporogoniums hervorgeht, ist dieser Abschnitt des Entwickelungsganges bei den Thallophyten auf das Aeußerste eingeschränkt, indem die befruchtete Eizelle gar keinen besonderen sporenbildenden Organismus hervorbringt, sondern fast ausnahmslos selbst unmittelbar zu einer einzigen Spore wird. Der Thallus tritt hier in den mannichfaltigsten Formen auf, von der einfachen, keine Differenzirung in Organe zeigenden Zelle bis zu sehr hochentwickelten, aus Zellgeweben bestehenden und oft die Formen von Stengel und Blatt annehmenden Gestalten (☞ §. 65), aber in allen Fällen ohne Fibrovasalstränge, nur aus Zellen zusammengesetzt, weßhalb die Thallophyten gleich den Muscineen Zellenpflanzen sind. Auch die Sexualorgane zeigen große Mannichfaltigkeit der Form, aber das weibliche Organ ist hier kein Archegonium (§. 140.) mehr, wie bei den Gefäßkryptogamen und Muscineen, sondern meist nur eine einfache Zelle, welche eine oder mehrere Eizellen enthält, die in verschiedenartiger Weise von männlichen Zellen befruchtet werden. Das weibliche Organ kann hier meist als Oogonium[2]

1) Zusammengesetzt aus θαλλός Sproß (von θάλλω grünen, wachsen) und φυτόν Pflanze.
2) von ᾠόν Ei und γόνος Geburt, Zeugung, Zeugungsglied.

bezeichnet werden; die Eizellen werden nach der Befruchtung zu keimfähigen Sporen, Oosporen[1] genannt. Bei einigen Thallophyten (Florideen und Ascomyceten) wird die Befruchtung nicht unmittelbar an Eizellen ausgeübt, sondern an der noch unentwickelten Anlage eines Fruchtorganes, und ihre Wirkung pflanzt sich von hier aus fort auf das Fruchtorgan selbst und auf sein Product, die Sporen. Die in diesen Früchten (Kapseln oder Perithecien oder Apothecien) gebildeten Sporen sind daher sexuell erzeugt und mit den Oosporen zu vergleichen. Anderntheils sinkt das Geschlechtsleben bei den Thallophyten auch auf die einfachste Form herab, die überhaupt denkbar ist, die sogenannte Conjugation[2], Copulation[3] oder Paarung von Sporen, wo Männliches und Weibliches nicht mehr unterschieden ist, beide Geschlechter gleich sind, indem zwei einander gleiche Zellen sich zu einer entwickelungsfähigen Spore (Zygospore[4]) vereinigen. Alle diese Organe, in welchen geschlechtlich erzeugte Sporen gebildet werden, kann man als sexuelle Früchte der Thallophyten bezeichnen. Außer den geschlechtlich erzeugten Sporen haben die meisten Thallophyten auch ungeschlechtliche oder neutrale Sporen, durch welche ebenfalls eine Fortpflanzung stattfinden kann. Sie sind den Brutzellen bei den Muscineen zu vergleichen, kommen aber hier weit allgemeiner vor und sind vielleicht bei vielen, besonders den niederen Thallophyten die einzige Art der Fortpflanzungsorgane, es scheint bei diesen keine Sexualität zu bestehen. Die neutralen Sporen entstehen entweder durch Abschnürung oder durch freie Zellbildung in Mutterzellen (§. 40.). Im letzteren Falle haben sie meist die Form von Schwärmsporen oder Zoosporen[5]. Darunter versteht man nackte, d. h. nicht mit einer Membran versehene Zellen, welche im Wasser eine selbständige lebhaft schwärmende Bewegung besitzen. Es zerfällt nämlich das Protoplasma der Mutterzelle in eine Anzahl Portionen, welche aus der Zelle ausschlüpfen; diese sind gewöhnlich am vorderen, bei der Bewegung vorangehenden Ende zugespitzt und haben, wenn sie grün gefärbt sind, daselbst eine farblose Stelle; neben letzterer trägt die Schwärmspore gewöhnlich zwei sehr feine, lange Wimpern (Cilien), welche in peitschender Bewegung begriffen sind, wodurch der Schwärmspore eine Rotation um ihre Achse und zugleich eine vorwärts schreitende Bewegung ertheilt wird. Die Zoosporen kommen, nachdem sie einige Zeit geschwärmt haben, unter Einziehung der Cilien und Abrundung ihres Körpers zur Ruhe, worauf sie sich mit einer Zellmembran umkleiden und zu ruhenden Sporen werden. Wo die Zoosporen geschlechtlichen Charakter haben, da tritt die Paarung (s. oben) im Zustande des Schwärmens ein. Wo sexuelle und neutrale Sporen vorhanden sind, findet häufig ein Generationswechsel statt, d. h. aus den sexuellen Sporen geht eine Generation hervor, die nur neutrale Sporen bringt; aus den letzteren entspringen oft wieder Pflanzen mit nur ungeschlechtlichen Sporen und oft wird erst eine größere Reihe neutraler Generationen durch eine einzige sexuelle abgelöst.

Eintheilung der Thallophyten. Die bis in die neuere Zeit allgemein übliche Eintheilung der Thallophyten in Algen (Algae), Pilze (Fungi oder Mycetes) und Flechten (Lichenes) beruht auf folgenden Kriterien. §. 156.

Pilze.	Algen.	Flechten.
Sämmtliche Zellen chlorophyllos. Darum Ernährung aus vorgebildeten organischen Verbindungen. Pilze leben daher nur in oder auf in Zersetzung begriffenen organischen Substanzen oder als Schmarotzer auf anderen lebenden Pflanzen oder Thieren.	Zellen stets mit Chlorophyll. Darum Ernährung aus unorganischen Stoffen. Algen leben meist im Wasser.	Der Thallus besteht aus chlorophyllhaltigen algenartigen und aus chlorophyllosen pilzartigen Zellen. Darum Ernährung aus unorganischen Stoffen. Flechten leben an der Luft.

Gegenwärtig legt man auf das Vorhandensein oder Fehlen des Chlorophylls in systematischer Beziehung auch bei den Thallophyten weniger Gewicht. Denn es

1) Von ᾠόν Ei und σπορά Spore. 2) von conjugāre zusammenjochen. 3) von copulāre verbinden. 4) zusammengesetzt aus ζυγόω zusammenjochen und σπορά Spore. 5) zusammengesetzt aus ζῷον lebendiges Wesen und σπορά Spore, wegen der thierähnlichen Bewegungen.

§. 156. giebt unter den Phanerogamen manche chlorophyllose Pflanzen, die man deßhalb nicht aus den Familien oder Ordnungen streicht, zu denen sie ihren morphologischen Merkmalen nach gehören, wie z. B. die chlorophyllosen Orchideen, die Monotropeen, Cuscuteen, Orobancheen ꝛc. In der That erweisen sich auch bei den Thallophyten die morphologischen Merkmale als die zur Beurtheilung der natürlichen Verwandtschaft geeignetsten Charaktere, und vielfach giebt es chlorophyllführende und chlorophyllose Thallophyten, welche die auffallendsten morphologischen Aehnlichkeiten zeigen. Aus diesem Grunde sind neuerdings andere Eintheilungen der Thallophyten in Vorschlag gekommen. Die Flechten hat man als selbständige Klasse gegenwärtig gestrichen, weil es wahre Doppelwesen sind, die aus einem Pilz und einer Alge bestehen, auf welch letzterer der erstere schmarotzt; sie werden daher denjenigen Ordnungen der Pilze angereiht, mit denen sie betreffs ihrer Früchte übereinstimmen, d. s. die Ascomyceten. In den nachstehend aufgeführten neueren Systemen stellen wir in die linke Reihe die früher zu den Algen, in die rechte die früher zu den Pilzen gehörigen Thallophyten.

I. Das System von Cohn, welches die Myxomyceten, als eine zwischen dem Thier- und Pflanzenreiche stehende Organismengruppe ausschließt, zerfällt in folgende Ordnungen:

1. Ordnung. **Schizosporĕae.**

Geschlechtsorgane fehlen. Vermehrung vorwiegend durch Zelltheilung; Zoosporen fehlen.

Phycochromacĕae. *Schizomycĕtes.*

2. Ordnung. **Zygosporĕae.**

Geschlechtliche Zeugung durch Conjugation (Bildung von Zygosporen); Zoosporen fehlen.

Dialomacĕae. *Mucorinĕae.*
Conjugātae.

3. Ordnung. **Basidiosporĕae.**

Fortpflanzung durch Basidiosporen (durch Abschnürung sich bildende Sporen). Zoosporen fehlen. Geschlechtsorgane?

Ustilaginĕae.
Uredinĕae.
Tremellinĕae.
Hymenomycĕtes.
Gasteromycĕtes.

4. Ordnung. **Ascosporĕae.**

Fortpflanzung durch Ascosporen (in Sporenschläuchen — Asci — durch freie Zellbildung entstehende Sporen). Die Ascosporenfrucht ist Product eines Sexualactes? Zoosporen fehlen.

Tuberacĕae.
Perisporiacĕae.
Pyrenomycĕtes.
Discomycĕtes.
Lichĕnes.

5. Ordnung. **Tetrasporĕae.**

Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Tetrasporen. Geschlechtlich erzeugte Früchte oder Cystokarpien. Zoosporen fehlen.

Floridĕae.

6. Ordnung. **Zoosporĕae.**

Fortpflanzung durch Zoosporen. Differente Geschlechtsorgane fehlen.

Palmellacĕae.
Confervacĕae (außer *Oedogoniacĕae* und *Sphaeroplĕa*).
Phaeosporĕae (außer *Fucacĕae*).

7. Ordnung. **Oosporĕae.**

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Oogonien und Antheridien; in ersteren entstehen durch directe Befruchtung ein oder mehrere Oosporen. Außerdem häufig Fortpflanzung durch ungeschlechtliche Zoosporen.

1. Section. *Leucosporĕae.*

Thallophyten ohne Chlorophyll.

Chytridiacĕae.
Peronosporĕae.
Saprolegniacĕae.

2. Section. *Chlorosporĕae.* §. 156.

Chlorophyllgrüne Thallophyten.

Volvocinĕae.
Siphonĕae.
Sphaeroplĕa.
Oedogoniaceae.
Coleochaetĕae.

3. Section. *Phaeosporĕae.*

Chlorophyll mit Phykophäin und Phykoxanthin (s. S. 66) gemengt.

Fucaceae.

II. Das System von Sachs gründet sich ausschließlich auf die Verhältnisse der Fortpflanzung und berücksichtigt dabei, da es neueren Datums als das Cohn'sche ist, die inzwischen bekannt gewordenen einschläglichen Vorgänge und aufgestellten Ansichten.

1. Klasse. **Protophȳtae.**

Ohne Sexualität.

Phycochromaceae. — *Schizomycĕtes.*
Palmellaceae (zum Theil). — *Saccharomȳces.*

2. Klasse. **Zygosporĕae.**

Sexualität in Form von Paarung oder Conjugation.

a. Paarung beweglicher Zellen (Schwärmsporen).

Volvocinĕae. — *Myxomycĕtes.*
Hydrodictȳon.

b. Paarung ruhender Zellen.

Conjugātae. — *Zygomycĕtes* (*Mucorinĕae*).
Diatomaceae.

3. Klasse. **Oosporĕae.**

Differente Sexualorgane in Form von Antheridien und Oogonien mit direct befruchteten Oosporen.

Sphaeroplĕa. — *Saprolegniaceae.*
Vaucherĭa. — *Peronosporĕae.*
Oedogoniaceae.
Fucaceae.

4. Klasse. **Carposporĕae.**

Differente Sexualorgane, bei denen das Product der Zeugung eine Frucht (Carpogon, beziehendlich Cystokarp, Perithecium oder Sporenknospe) mit einer oder mehreren Sporen ist.

Coleochaetĕae. — *Ascomycĕtes* (incl. *Lichĕnes*).
Floridĕae. — *Accidiaceae.*
Characeae. — *Basidiomycĕtes.*

Man kann aber auch diese Systeme in gewissem Sinne künstliche nennen, die uns den wahren natürlichen Gang in der aufsteigenden Entwickelung der Kryptogamenwelt nicht veranschaulichen. Sie gruppiren die Thallophyten nur nach den verschiedenen Typen der Fortpflanzung, insbesondere des Geschlechtsprocesses. Es kann aber nicht verkannt werden und wird durch fernere Untersuchungen wahrscheinlich noch klarer sich ergeben, daß wir es bei den Thallophyten mit einer Anzahl paralleler Reihen zu thun haben, die mit asexuellen Formen beginnen und erst auf höheren Stufen die Sexualität erreichen, wobei wenigstens in einigen Reihen die allmähliche Differenzirung der Geschlechter die gleiche ist. So finden wir bei den Volvocineen, Siphoneen, Confervaceen, Phäosporeen, daß auf den niedrigsten Stufen meist noch keine Sexualität besteht, daß dann die letztere in ihrer einfachsten Form auftritt, d. h. als Paarung von Schwärmsporen, wobei die beiden Geschlechter noch einander gleich sind, und daß erst auf den höheren Stufen die Geschlechtsdifferenz erreicht wird, indem die männlichen Schwärmsporen die Form von Spermatozoiden, die weiblichen diejenige von Eizellen annehmen, aus denen nach der Befruchtung Oosporen werden. Es erscheint daher gerechtfertigter, die Thallophyten nicht als eine einzige, sondern als eine Anzahl paralleler Entwickelungsreihen aufzufassen, zu deren Charakteristik nicht allein Fortpflanzungsverhältnisse, sondern auch Merkmale der vegetativen Organe, als Bau und Farbstoff des Thallus herangezogen werden müssen. Einer solchen Auffassung des natürlichen Systemes der Thallophyten würde daher der folgende Versuch mehr gerecht werden. Nur ist dazu zu bemerken, daß zum Theil die Einreihung eine vorläufige ist, indem künftige Untersuchungen erst in mehreren Punkten die Richtigkeit derselben zu prüfen haben werden; insbesondere ob von den Basidiosporeen nicht eine oder die andere Ordnung in eine andere Reihe gehört, oder diese Reihe vielleicht ganz wegfallen würde.

§. 156.

Thallophȳtae.

I. Myxomycĕtes. [1]

Frei bewegliche chlorophyllose Protoplasmamassen, welche im nackten oder von einer Hülle umgebenen Zustande in zahlreiche Sporen zerfallen (§. 196.).

II. Schizophytae. [2]

Einzellige Thallophyten, welche durch Spaltung (Zweitheilung der Zellen), zum Theil auch durch endogene Brutzellen sich vermehren.

A. Ohne Chlorophyll. *Schizomycĕtes* (§. 195.).

B. Mit Chlorophyll, Phykoxanthin und Phykocyan. *Phycochromacĕae* (§. 169.).

III. Blastomycĕtes. [3]

Einzellige Thallophyten, ohne Chlorophyll, welche durch hefeartige Sprossung, zum Theil auch durch endogene Brutzellen sich vermehren (§. 194.).

IV. Zygosporĕae. [4]

Einzellige Thallophyten. Geschlechtliche Zeugung, wenn vorhanden, durch Conjugation (Bildung von Zygosporen). Zoosporen fehlen.

A. Ohne Chlorophyll. *Mucorinĕae* (§. 190.).

B. Rein chlorophyllgrüne. *Conjugātae* (§. 167.).

C. Mit Chlorophyll und Phykoxanthin. *Diatomacĕae* (§. 168.).

V. Basidiosporĕae. [5]

Meist mehrzellige Thallophyten ohne Chlorophyll. Fortpflanzung durch Basidiosporen (durch Abschnürung sich bildende Sporen). Ohne Geschlechtsorgane (?) und ohne Zoosporen.

Entomophthorĕae (§. 187.).
Ustilaginĕae (§. 188.).
Aecidiacĕae (§. 186.).
Tremellinĕae (§. 185.).
Hymenomycĕtes (§. 184.).
Gasteromycĕtes (§. 183.).

VI. Zoosporĕae. [6]

Ein- oder mehrzellige Thallophyten. Fortpflanzung durch Zoosporen. Geschlechtliche Zeugung, wenn vorhanden, durch Paarung von Schwärmsporen oder durch differente Geschlechtsorgane, Antheridien und Oogonien.

A. *Leucozoosporĕae* [8] oder *Leucosporĕae* [8]. Ohne Chlorophyll. *Chytridiacĕae* (§. 193.). *Saprolegniacĕae* (§. 192.). *Peronosporĕae* (§. 191.).

B. *Chlorozoosporĕae* [9] oder *Chlorosporĕae.* [9] Rein chlorophyllgrüne. *Palmellacĕae* (§. 166.). *Volvocinĕae* (§. 164.). *Hydrodictyĕae* (§. 165.). *Siphonĕae* (§. 163.). *Confervacĕae* (§. 162.).

C. *Phaeozoosporĕae* [10] oder *Phaeosporĕae* [10]. Chlorophyll mit Phykophäin und Phykoxanthin. *Fucoidĕae* (§. 161.).

VII. Carposporĕae. [7]

Meist mehrzellige Thallophyten. Geschlechtliche Zeugung, wenn vorhanden, durch differente Geschlechtsorgane, bei denen das Product der Zeugung eine eigenthümliche Frucht (Cystokarp, Sporenknospe, Perithecium, Apothecium ꝛc.) mit einer oder vielen Sporen ist. Zoosporen fehlen meist.

A. Ohne Chlorophyll. *Ascomycĕtes* incl. *Lichĕnes* (§§. 172 bis 180.).

B. Rein chlorophyllgrüne. *Coleochaetĕae* (§. 160.). *Characĕae* (§. 158.).

C. Mit Chlorophyll und Phykoerythrin. *Floridĕae* (§. 159.).

(*Muscinĕae*).

1) Zusammengesetzt aus μύξα Schleim und μύκης Pilz. 2) zusammengesetzt aus σχίζω spalten und φυτόν Pflanze. 3) zusammengesetzt aus βλάστη Sproß und μύκης Pilz. 4) mit Zygosporen (☞ §. 155.) versehen. 5) mit Sporen versehen, die auf Basidien (Diminutiv von basis Grund, Grundgestell) gebildet werden. 6) mit Zoosporen (☞ §. 155.) versehen. 7) zusammengesetzt aus καρπός Frucht und σπορά Spore. 8) mit farblosen (λευκός licht, hell) Sporen oder Zoosporen versehen. 9) mit grünen (χλωρός) Sporen oder Zoosporen versehen. 10) mit braunen (φαιός) Sporen oder Zoosporen versehen.

In der vorstehenden Uebersicht sind die Ordnungen in dem Sinne genommen, wie sie im Folgenden dargestellt sind. Von diesen nebeneinanderstehenden Entwickelungsreihen findet nur VII. B ihre Fortsetzung durch die Muscineen zu den höheren Pflanzen, oder wenn man VII. B selbst nur als Fortsetzung von VI. B betrachten will, würde dieses die Entwickelungsreihe sein, mit der alle höheren Pflanzen in der breiten Masse der Thallophyten wurzeln. Die übrigen Reihen aber sind in ihrer Entwickelung stehen geblieben, gleichsam blind endende Seitenstrahlen, die sich von dem Hauptentwickelungsgange des Pflanzenreiches abgezweigt haben.

In obiger Uebersicht lassen sich Pilze und Algen der früheren Systeme leicht herausfinden. Zu den Algen gehören die Reihen II. B, IV. B und C, VI. B und C, VII. B und C; die übrigen zu den Pilzen. Man sieht zwar, daß die Zusammenfassung in Pilze und Algen die ersteren von ihren verwandten chlorophyllführenden Thallophyten trennen würde, wird aber darin keinen eigentlichen Verstoß gegen das natürliche System finden, weil ja immer auch je nach An- oder Abwesenheit des Chlorophylls und anderer das letztere begleitenden Farbstoffe gesonderte Entwickelungsreihen angenommen werden müssen, und zumal wenn man sich bewußt bleibt, daß man es sowohl bei den Algen wie bei den Pilzen nicht mit einer einzigen Entwickelungsreihe zu thun hat. Es mögen daher auch in der folgenden Darstellung die in obiger Uebersicht aufgeführten Ordnungen in derjenigen Zusammenstellung aufeinanderfolgen, wie sie früher die Algen und Pilze bildeten, zumal da Studium und Literatur der Thallophyten gegenwärtig noch immer in Pilzkunde (Mykologie[1]), Flechtenkunde (Lichenologie[2]) und Algenkunde (Algologie[3] oder Phykologie[4]) auseinander gehen.

I. Die Algen, Algae.

§. 157. Zu den Algen gehören alle diejenigen Reihen der Thallophyten, deren Thallus Chlorophyll besitzt. Letzteres kommt entweder nicht mit andern Farbstoffen vermengt vor, und diese Algen sind meist rein grün gefärbt; oder es findet sich mit anderen Farbstoffen zusammen, und solche Algen haben andere als rein grüne Farbe. So sind die Florideen durch ein lebhaft rosenrothes Pigment, welches man Rhodophyll[5] genannt hat, ausgezeichnet; dasselbe ist aber ein Gemenge von Chlorophyll und dem in Wasser löslichen und durch dieses extrahirbaren rothen Phykoerythrin[6]. Die Phäosporeen haben ein dunkelbraunes Colorit, Phäophyll[7] genannt; dasselbe besteht aus Chlorophyll, dem in Wasser löslichen braunrothen Phykophäin[8] und dem gleich dem Chlorophyll in Wasser unlöslichen, in Alkohol löslichen, durch Benzin aus der alkoholigen Lösung vom Chlorophyll abscheidbaren, goldgelben Phykoxanthin[9]. Den Diatomaceen ist ein braungelbes Pigment, Diatomin genannt, eigen, welches aus Chlorophyll und dem eben erwähnten Phykoxanthin besteht. Das blaugrüne sogenannte Phykochrom[10] der Phykochromaceen ist ein Gemenge von Chlorophyll, Phykoxanthin und einem in Wasser löslichen blauen Farbstoff, Phykocyan[11]. Mit dem allgemeinen Besitz von Chlorophyll hängt die den Algen eigene Ernährungsweise zusammen, indem diese Pflanzen aus Kohlensäure und Wasser ihre organische Substanz bilden, was auch das Vorkommen derselben in fast allen irdischen Gewässern erklärt. Sie treten dadurch in einen scharfen Gegensatz zu den Pilzen, welche als chlorophyllose Thallophyten auch unfähig sind, sich in jener Weise zu ernähren und auf vorgebildete organische Nahrung, daher auch auf ein anderes Vorkommen angewiesen sind. Ein Ueberblick über die Ordnungen der Algen ist aus der Zusammenstellung auf S. 398 zu ersehen.

---

1) ☞ Seite 5, Note 3. 2) ☞ Seite 5, Note 4. 3) ☞ Seite 5, Note 6. 4) ☞ Seite 5, Note 5. 5) zusammengesetzt aus ῥόδον Rose und φύλλον Blatt. 6) φῦκος Tang und ἐρυθρός roth. 7) φαιός braun und φύλλον Blatt. 8) φῦκος Tang und φαιός braun. 9) φῦκος Tang und ξανθός gelb. 10) zusammengesetzt aus φῦκος Tang und χρῶμα Farbe. 11) φῦκος Tang und κυανός dunkelblau.

1. Ordnung. **Armleuchtergewächſe. Characĕae** (§. 156.).

§. 158. Der Thallus der Characeen iſt ein durch unbegrenztes Spitzenwachsthum ſich verlängernder, cylindriſcher Stengel mit in Quirlen ſtehenden Seitengliedern, die wegen ihres begrenzten Spitzenwachsthumes Blätter heißen und aus deren Achſeln der Stengel Zweige bilden kann (Fig. 490, A). Stengel und Blätter ſind einfache Zellenreihen, in denen immer lange, ſchlauchförmige Internodialzellen mit ganz kurzen Knotenzellen abwechſeln; nur an den letzteren ſitzen die Blätter, beziehendlich die Seitenzweige der Blätter. Jedes Blatt und jeder Blattzweig beginnt mit einer Knotenzelle und endigt mit einer meiſt zugeſpitzten Internodialzelle. Die Zweige des Stengels entſpringen ebenfalls aus den Knotenzellen deſſelben (vgl. Fig. 489.). Dieſen einfachſten Bau zeigt die Gattung *Nitella*. Bei *Chara* kommt nur noch hinzu, daß die röhrenförmigen Internodialzellen des Stengels und zum Theil auch der Blätter berindet ſind durch viele dünnere Zellenreihen, welche frühzeitig von den Baſilarknotenzellen der Blätter entſpringend ſowohl nach oben wie nach unten die Internodien überwachſen. Sie zeigen ähnlich wie der Stamm ein Spitzenwachsthum und ähnliche Zelltheilungen und erzeugen, indem ſie bis zur gegenſeitigen Berührung fortwachſen, eine vollſtändige Rindezellenſchicht. — Der Stengel wächſt durch eine Scheitelzelle (Fig. 489, t): dieſelbe grenzt ihren unteren Theil durch eine Querwand als eine Gliederzelle ab, und dieſe theilt ſich darauf jedesmal durch eine neue Querwand in eine obere und eine untere Zelle; letztere wird unter beträchtlicher Streckung zur Internodialzelle, erſtere bleibt kurz und bildet die darüberſtehende Knotenzelle. Die Blätter entſtehen aus der letzteren dadurch, daß, nachdem dieſelbe durch eine Längswand in zwei Hälften getheilt worden iſt, durch weitere ſenkrechte Scheidewände peripheriſche kleine Zellen von ihr abgeſchnitten werden, welche unmittelbar zu Scheitelzellen der Blätter auswachſen und durch analoge Theilungen wie die Stengelſcheitelzelle die Blätter erzeugen. — Aus den unteren Knoten des Stengels entſpringen chlorophyllloſe ſchlauchförmige Zellen, welche durch ſchiefe Scheidewände (Gelenke) in Glieder ſich theilen und Zweige bilden; dieſe Rhizoiden[1] genannten Organe wachſen abwärts und verſehen den Dienſt von Wurzeln. — Die jungen Zellen der Characeen enthalten ein mit Zellenkern verſehenes Protoplasma; die erwachſenen Zellen beſitzen einen großen Saftraum und ein wandſtändiges, in Rotation (S. 61) befindliches Protoplasma; Stengel und Blätter enthalten in einer äußeren ruhenden Schicht des Protoplasmas Chlorophyllkörner, welche in Längsreihen geordnet eine geſchloſſene, einfache Lage bilden. Die äußeren Zellmembranen ſind mit Kalk inkruſtirt.

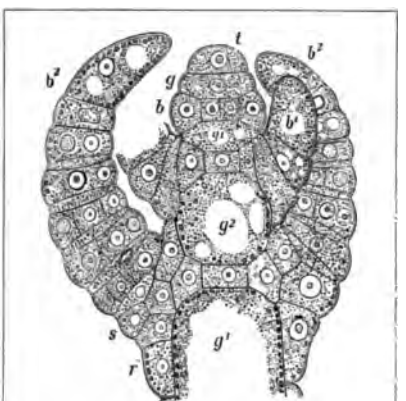


Fig. 489.
Stengelſpitze von Chara fragilis,
im Längsſchnitt. t die Scheitelzelle, g die von letzterer abgegrenzte Gliederzelle. Aus der vorhergehenden Gliederzelle iſt die ſpäter ſich ſtreckende Internodialzelle g¹ und die darüberſtehende Knotenzelle mit der erſten Blattbildung bei b entſtanden. Ebenſo ſtammen von den nächſtälteren Gliederzellen ab die Internodialzelle g² und die zugehörigen Blätter b¹, die Internodialzelle g³ und Blätter b². Bei r'' die aus den Baſilarknotenzellen der Blätter entſtehenden Berindungszellen der Internodien. Ungefähr 300fach vergrößert. Nach Sachs.

Die Fortpflanzung der Characeen wird durch hochentwickelte Geſchlechtsorgane vermittelt. Die männlichen, Antheridien[2] genannt, und die weiblichen,

1) Ῥιζώδης wurzelähnlich. 2) ☞ Seite 346, Note 1.

§. 158.

Fig. 490. **Nitella flexilis** Ag.

A Ein Zweig in natürlicher Größe. i Internodium des Stammes. b Blätter. Die oberen Blätter tragen Geschlechtsorgane.

B Ein Blatt mit zwei Seitenzweigen, einem Antheridium a und zwei Sporenknospen s s, schwach vergrößert.

C Eine Sporenknospe stärker vergrößert. Durch die spiraligen Rindeschläuche hindurch, welche oben ein Krönchen bilden, erkennt man die große Centralzelle und ihre kleine Trägerzelle.

D Ein Blatt mit zwei Seitenzweigen und einem Antheridium, vergrößert. Die Schale des Antheridiums erweist sich zusammengesetzt aus eckigen, strahlig gelappten Schildzellen.

E Eine von der Innenseite eines Schildes abgetrennte Griffzelle mit der Köpfchenzelle und den an dieser sitzenden kleineren Zellchen, aus denen die langen Zellenfäden entspringen, aus dem Inneren des Antheridiums.

F Stück eines Zellenfadens aus dem reifen Antheridium, 550fach vergrößert. In jeder Zelle ist ein fertig ausgebildetes Spermatozoid zu sehen, außerhalb ein ausgetretenes und umherschwärmendes. Nach Sachs.

die Eiknospen oder Sporenknospen, sitzen beide auf den Blättern, entweder eines und desselben Individuums, oder auf verschiedenen getrennt (zweihäusig). Die Antheridien sind bei *Chara* metamorphosirte Blattzweige, bei *Nitella* dergleichen Endglieder der Blätter. Im reifen Zustande sind es $^1/_2$ bis 1 mm große, rothe Kügelchen (Fig. 490, D—F). Dieselben haben eine aus acht tafelförmigen, drei- und viereckigen Zellen, den sogenannten Schildern, zusammengesetzte Schale. Diese Zellen enthalten Chlorophyllkörner, die zur Reifezeit sich roth färben; von ihren Seitenwänden dringen Einfaltungen der Zellhaut gegen die Mitte des Zellenraumes hin, wodurch sie strahlig gelappt erscheinen. Jeder Schild ist auf der Mitte seiner Innenfläche an einer cylindrischen Zelle, dem Griffe, befestigt; und die acht Griffe kommen im Centrum des Antheridiums zusammen, wo sie noch je eine rundliche Zelle, das Köpfchen, tragen. Bis zu diesem Punkte reicht auch die flaschenförmige Trägerzelle des Antheridiums, welche vom Basilarknoten desselben entspringt und zwischen den vier unteren Schildern nach innen dringt. An jedem Köpfchen befinden sich nun circa sechs kleinere, rundliche Zellen, von denen

§. 158. je ein langer gewundener Faden ausgeht, der aus einer Reihe von 100 bis 200 scheibenförmigen Gliederzellen besteht, deren jede ein Spermatozoid[1] erzeugt. Dieses weicht in seiner Gestalt wesentlich von dem der anderen Algen ab und stimmt vielmehr mit dem der höheren Kryptogamen, besonders der Moose, überein, indem es einen spiralig gewundenen, an einem Ende verdickten, am anderen spitzen und mit zwei langen, feinen Wimpern besetzten Faden darstellt. Zur Reifezeit fallen die Schilder auseinander, und die Spermatozoiden treten schwärmend aus ihren Mutterzellen aus. Das Antheridium entsteht aus einer ursprünglich einfachen, kugelförmigen Zelle, welche durch kreuzweis zu einander gerichtete Theilungen in acht kugeloctandrische Zellen zerfällt, deren jede wieder in eine äußere, mittlere und innere sich theilt. Diese wandeln sich, indem sie sich vergrößern und entsprechend auseinanderweichen, in die Hauptbestandtheile des Antheridiumkörpers um, während zuletzt aus den Köpfchenzellen die spermatozoidenbildenden Fäden hervorsprossen. — Die Sporenknospen sitzen neben oder über den Antheridien auf dem Basilarknoten derselben, bei *Nitella* auf dem letzten Knoten des Blattes unter dem Antheridium. Es sind ellipsoidische Körper, welche als metamorphosirte Zweige betrachtet werden können (Fig. 490, B u. C): sie stehen auf einer sehr kurzen Stielzelle, welche das unterste Internodium vertritt; auf diese folgt eine kurze, den Knoten repräsentirende Trägerzelle und darauf die große, länglichrunde Centralzelle. Letztere wird umrindet, indem fünf schlauchförmige Zellen von der Trägerzelle entspringen und in rechtsgewundener Schraubenlinie aufsteigend eine ringsum geschlossene Hülle um die Centralzelle bilden, auf der Spitze derselben aber mit ihren Enden sich aufrichten und ein Krönchen bilden, dessen fünf Theile durch eine Querwand von den Schläuchen abgegrenzt und bei *Nitella* durch eine zweite Querwand zweizellig sind. Die Schlauchenden bilden auf dem Scheitel der Centralzelle unter dem Krönchen kleine Lücken zwischen sich, durch welche die Spermatozoiden nach der Centralzelle gelangen, um sie zu befruchten. Schon vorher erscheint dieselbe mit Oeltropfen und Stärkekörnern dicht erfüllt. Nach der Befruchtung, wodurch sie zur Oospore[2] wird, bleibt sie zunächst im Wesentlichen unverändert; dagegen beschreiben die Zellen der Rinde infolge weiteren Wachsthums immer niedrigere Spiralwindungen; ihre Innenwände verdicken sich, bräunen sich und verholzen; endlich fällt die hartschalig gewordene nüßchenähnliche Frucht ab. Nach einer Ruheperiode keimt die Oospore, wobei im Scheitel derselben durch eine Querwand eine kleine linsenförmige mit feinkörnigem Protoplasma erfüllte Zelle von dem Fett- und Stärkeinhalt sich abgrenzt. Diese erste Knotenzelle theilt sich dann durch eine Längswand; die eine der beiden Tochterzellen wächst nun rechtwinklig gegen die Längsachse der Spore zu einer fadenförmigen chlorophyllbildenden Zellreihe aus, die aber noch nicht den eigentlichen Stengel, sondern einen Vorkeim darstellt. Die andere Hälfte der ersten Knotenzelle wächst zum ersten Wurzelhaar aus und theilt sich dann in mehrere Zellen, aus denen ebenfalls Wurzelhaare hervorgehen; sie schwillt daher knotenförmig an (Samenknoten oder primärer Wurzelknoten). Doch wächst bisweilen die erste Knotenzelle direct zu einem Vorkeim aus, ohne Bildung eines primären Wurzelknotens. Der Vorkeim selbst bildet gewöhnlich noch einen zweiten und einen dritten Knoten, die mit schlauchförmigen Zellen abwechseln, er stellt also gewissermaßen einen einfachen Characeenstengel dar, ebenso wie das Protonema der Moose als ein einfach gebauter Moosstengel gelten kann (☞ S. 379). Erst aus dem dritten Knoten geht als seitliche Sprossung des Vorkeimes der eigentliche Stengel hervor in Gestalt einer neuen Zellreihe, welche schon aus ihren untersten Gliedern wenn auch noch unvollkommene Blätter zu entwickeln beginnt. An der zweihäusigen *Chara crinita* Wallr. ist durch de Bary constatirt worden, daß auch ohne Einwirkung von Spermatozoiden die Sporenknospen zur normalen Entwickelung, Keimfähigkeit und Reproduction neuer Individuen kommen können, daß also hier auch Parthenogenesis[3] besteht. — Auf ungeschlechtlichem Wege findet eine Vermehrung oft statt durch Sprossungen neuer Zweige an überwinterten oder abgeschnittenen Stengelknoten; außerdem durch die sogenannten Zweigvorkeime

1) ☞ Seite 346, Note 2. 2) ☞ Seite 395, Note 1. 3) jungfräuliche Zeugung, von παρθένος Jungfrau und γένεσις Erzeugung.

oder acceſſoriſchen Vorkeime bei *Chara fragĭlis*, die als einfache Zellenreihen aus Stengelknotenzellen ſowie aus Wurzelgelenken hervorgehen und den aus den Sporen erzeugten Vorkeimen in ihrer Weiterentwickelung ſich gleich verhalten.

Literatur über Characeen: A. Braun, in Monatsber. d. Berliner Akad. d. Wiſſ. 1852 u. 1853. — Pringsheim, in Jahrb. f. wiſſenſch. Botanik. Bd. III. 1864. — de Bary, Befruchtung der Charen, in Monatsber. d. Berliner Akad. d. Wiſſ. Mai 1871. — Derſelbe, Keimungsgeſchichte der Charen, in Bot. Zeitg. 1875, Nr. 23.

2. Ordnung. Blütentange, Rothtange, Florideen. Floridĕae[1], Rhodosperměae[2] (§. 156.).

§. 159. Unter den Florideen kommt die größte Mannichfaltigkeit in der Geſtalt des Thallus vor; hinſichtlich der Fortpflanzungsorgane ſtimmen ſie jedoch alle im Weſentlichen miteinander überein und unterſcheiden ſich zugleich hierin von den übrigen Algen bedeutend; ebenſo haben ſie einen eigenthümlichen rothen Farbſtoff, das Phykoerythrin (S. 66), gemein, welches in den Zellen des Thallus ſowohl wie in den Sporen das Chlorophyll begleitet und dieſen Algen eine lebhaft rothe oder auch violette Farbe ertheilt.

I. **Thallus.** Den einfachſten Bau zeigt der Thallus da, wo er fadenförmige, verzweigte Zellenreihen, gleich denen der Confervaceen (§. 162.) darſtellt, weßhalb man ihn monoſiphon[3] nennt, im Gegenſatze zu den vollkommneren Thallomen, welche auf dem Querſchnitte aus mehreren Zellen zuſammengeſetzt ſind und polyſiphone[4] heißen. Die monoſiphonen und die meiſten polyſiphonen Thallome ſind aufrecht wachſend, faden- oder ſtengelförmig und verſchiedenartig mit zweig- oder blattähnlichen Seitenorganen beſetzt. Manche polyſiphone Florideen haben einen blattförmigen, oft bilateralen (§. 8.) mit der Unterſeite dem Subſtrate aufgewachſenen Thallus.

1) Der monoſiphone fadenförmige Thallus iſt in der Familie der Ceramiaceen zu finden. Er wächſt durch eine Scheitelzelle, welche ſtetig durch Theilung mittelſt Querwänden Gliederzellen erzeugt; letztere theilen ſich nicht weiter, geben aber den Zweigen den Urſprung. Dieſe ſind entweder alle gleichwerthig, oder es macht ſich eine Differenz zwiſchen unbegrenzt wachſenden und begrenzten geltend. Bei letzteren wird die Scheitelzelle nach einiger Zeit unthätig, indem ſie ſich zu einer dornigen Spitze oder zu einem farbloſen, dünnen Haar ausbildet. Manche Ceramiaceen zeigen alle Abſtufungen zwiſchen dieſen beiden Zweigformen, bei manchen aber haben ſich dieſelben ſcharf geſchieden, ſo daß die begrenzten als Blätter im Gegenſatz zu den anderen, den Stengeln, betrachtet werden können; dieſelben ſtehen bald alternirend zweizeilig, bald gegenſtändig (Fig. 491.), bald auch in Quirlen. Ebenſo verhalten ſich die Batrachoſpermeen, an deren Fäden die Quirle, welche aus vielverzweigten Zellreihen beſtehen, eine ſphäriſche, von Gallert zuſammengehaltene Maſſe bilden (Fig. 230.). In beiden Familien kommen ſogenannte Berindungsfaſern vor, d. ſ. verzweigte Zellenreihen, welche aus den unterſten Gliedern der Aeſte oder Blätter entſpringen und auf der Oberfläche des Stengels abwärts wachſen, dieſen mit einer falſchen Rinde überziehend (Fig. 494, B).

2) Der polyſiphone, aufrechte, ſtengelförmige Thallus iſt den allermeiſten Florideen eigen. Er wächſt auch durch eine Scheitelzelle; aber in den Gliederzellen, die von dieſer gebildet werden, erfolgen weitere Zelltheilungen, nach deren Gang die Form des Thallus ſich richtet. Letzterer iſt nämlich entweder mehr oder minder abgeplattet (*Plocamĭum*, *Gelidium*, *Sphaerocōccus*). In dieſem Falle findet in den Gliederzellen wiederholte Theilung durch Längswände, welche rechtwinklig zur Laubfläche ſtehen, ſtatt, worauf auch Theilungen parallel zu derſelben eintreten, die den Thallus zu einem Zellenkörper verdicken; mitunter finden die letzteren nur in einem mittlen Streifen ſtatt; das einſchichtige Laub iſt dann von einem mehrſchichtigen Mittelnerv durchzogen (*Delesseria*). Oder der

1) Abgeleitet von floridus blumenreich, blühend, von lebhafter Farbe. 2) zuſammengeſetzt aus ῥόδον Roſe und σπέρμα Samen, wegen der roth gefärbten Sporen. 3) zuſammengeſetzt aus μόνος einzig und σίφων Röhre. 4) zuſammengeſetzt aus πολύς viel und σίφων Röhre.

§. 159. Thallus ist genau cylindrisch und dann bald gegliedert, bald ungegliedert. Hier treten in den Gliederzellen Zelltheilungen durch Längswände ein, die der Oberfläche des Stammes parallel sind, so daß in der Achse des Stammes liegende und peripherische Zellen gebildet werden. Bei *Polysiphonia* unterscheiden wir auf dem Querschnitte nur eine mittle Zelle und vier peripherische Zellen (Fig. 493, D). Bei anderen Gattungen schreitet aber in den letzteren die Zellentheilung und damit die Verdickung des Stammes noch weiter fort: dann sind die innersten Zellen am längsten, oft schlauchähnlich und mit farblosem Inhalte versehen; nach außen folgen immer kürzere mit gefärbtem Inhalte, die Epidermiszellen sind sehr kurz und schmal und intensiv gefärbt. Bisweilen sind die innersten schlauchähnlichen Zellen protoplasmareich und an ihren Querwänden siebartig durchlöchert, so daß sie an die Siebröhren der höheren Pflanze (§. 45.) erinnern. Häufig wachsen in diesen Geweben die Zellen in engere Fäden aus, welche sich zwischen den Zellen nach unten drängen, ähnlich den Verbindungsfasern des monosiphonen Thallus. Es giebt auch hohle cylindrische Thallome. So bei *Lomentaria*, wo dieselben an jedem Gelenk von einer Scheidewand, die aus einer Zellenschicht besteht, durchzogen sind. Bei *Lemanea* ist die Höhle von einer centralen Zellenreihe durchzogen, welche stellenweise durch vier kreuzweis gestellte Stützzellen mit der die Höhle außen begrenzenden, aus wenigen Zellschichten bestehenden Wand verbunden sind. — Die Verzweigung ist bei dem abgeplatteten Thallus entweder dichotomisch (*Nitophyllum*, *Delesseria* ꝛc.), indem die Scheitelzelle unthätig wird, und zu beiden Seiten derselben je eine Gliederzelle ihre Rolle übernimmt, oder monopodial und zwar fiederförmig, wie bei dem zierlich getheilten *Plocamium*, indem die Scheitelzelle erhalten bleibt und aus gewissen Gliederzellen neue Scheitelzellen getrieben werden; auch können hier ältere Randzellen des Laubes zu Zweigen auswachsen. Die Verzweigung des cylindrischen Thallus ist auch bisweilen dichotomisch, z. B. bei *Polyides* und bei *Corallina* und *Jania*, wo der Thallus zugleich gegliedert ist. Häufiger aber treibt der unbegrenzt fortwachsende Hauptstamm Seitenzweige, welche meist abwechselnd mehrreihig, bisweilen auch, wie bei *Lomentaria* quirlförmig angeordnet sind. Auch hier sind entweder alle Verzweigungen gleichwerthig, oder aber die Zweige bleiben, einem je höheren Verzweigungsgrade sie angehören, immer dünner und kürzer (Fig. 493, A). Seltener kommen hier außer den gewöhnlichen Aesten noch besondere Verzweigungen vor, welche morphologisch als Blätter gelten können, besonders bei manchen Arten von *Polysiphonia* und verwandten Gattungen, deren Stengel mit haarähnlichen, verzweigten Zellenreihen, die aus den ersten Gliederzellen des Stammscheitels entstehen, besetzt sind, jedoch nur an ihren Spitzen, indem diese Gebilde zeitig abfallen.

3) Der blattförmige Thallus, der z. B. bei *Melobesia*, *Peyssonellia*, *Hildenbrandtia* vorkommt, ist ein meist mehrschichtiger, mit der Unterseite dem Substrate angewachsener, daher bilateraler Körper, welcher im ganzen Umkreise, oder auch an einem bestimmten Rande wächst vermittelst einer ganzen Reihe von Scheitelzellen, welche am Rande nebeneinander liegen.

Die Florideen besitzen weiche Zellmembranen, welche häufig die Neigung haben, in ihren äußeren Schichten gallertartig aufzuquellen. Die Theile sind daher oft mit einer Gallert überzogen, und auch im Innern der Gewebe sind die Zellen häufig von Gallert umgeben. Bei den Corallineen (*Corallina*, *Jania*, *Melobesia*) sind die Membranen aller Zellen, mit Ausnahme der wachsenden Scheitelzelle und der Fortpflanzungszellen, stark mit Kalk inkrustirt, der Thallus hat daher eine an Korallen erinnernde steinartige Beschaffenheit.

II. **Fortpflanzungsorgane.** Von diesen giebt es sowohl geschlechtliche als ungeschlechtliche. Die letzteren sind die den Florideen eigenthümlichen Tetrasporen[1], welche bewegungslose Zellen darstellen; Schwärmsporen kommen in dieser ganzen Ordnung nicht mehr vor. Die Tetrasporen entstehen unmittelbar aus einzelnen Zellen des Thallus, meistens durch Viertheilung derselben und bilden daher kleine sphärische Gruppen von je vier kugelquadrantisch oder auch tetraedrisch gestalteten Zellen, welche sich durch dichteren und intensiver roth gefärbten Inhalt

1) Zusammengesetzt aus τέτρα (τέσσερα) vier und σπορά Spore.

vor den übrigen Zellen auszeichnen. Seltener bildet die Mutterzelle der Tetra- §. 159.
sporen zwei oder vier hintereinander in einer Reihe liegende Sporen. Bei den Ceramiaceen sind es metamorphosirte kleine Zweige. Je nachdem letztere nur ihre Scheitelzelle oder auch noch eine oder einige Gliederzellen produciren, sind die Tetrasporen sitzend oder gestielt (Fig. 491, B). Der blattförmige Thallus von

Fig. 491.
Callithamnion americānum Harv.
A Ein Stück des Thallus schwach vergrößert.
B Ein Zweig desselben mit einer Tetraspore. Stärker vergrößert.
C Ein Zweig mit einem äußerlich aufsitzenden Cystokarp; die beiden Hälften desselben bestehen aus einem nackten, nur von der Gallert der aufgequollenen Zellmembranen umschlossenen Conglomerat von Sporen. Vergrößert. Nach Harvey.

Peyssonellia trägt die Tetrasporen auf der Oberseite, untermengt mit gegliederten Haaren; dieselben sind selbst nur zweizellige Haare, deren große Endzelle die Tetrasporen bildet. Bei den übrigen Floridеen liegen diese Sporen im Gewebe zwischen den Zellen des Thallus zerstreut, gewöhnlich mit ihrem Scheitel etwas freiliegend (Fig. 493, B, bei tt). Bei *Gelidium* liegen die Tetrasporen in besonderen kurzen Aesten, deren der Thallus zahlreiche entwickelt. Bei den Nemalieen, besonders bei *Batrachospērmum* finden sich statt der Tetrasporen einzellige ungeschlechtliche Sporen, meist kurze birnförmige, einzellige Zweige, deren Membran sich am Scheitel auflöst, und welche ihren Inhalt als eine keimfähige sogenannte Sporula entlassen.

Die geschlechtlich erzeugten Sporen oder Oosporen[1], die bei sämmtlichen Floridеen vorkommen, bilden sich an eigenthümlichen Fruchtorganen, welche Blasenfrüchte, Cystokarpien[2] oder Keramidien[3] genannt werden. Dieselben besitzen meistens eine Hülle, in welcher zahlreiche Sporen eingeschlossen sind. Es giebt auch solche ohne Hülle, die aus einer nackten Sporenmasse bestehen, und

1) ☞ Seite 395, Note 1. 2) zusammengesetzt aus κύστις Blase und καρπός Frucht. 3) κεραμίδιον oder κεράμιον Topf, Flasche, wegen der Aehnlichkeit dieser Früchte.

§ 159. diese werden auch Keimhäufchen (favellae[1]) genannt (Fig. 494, F). Nach den Entdeckungen Bornet's und Thuret's sind die Cystokarpien das Product eines eigenthümlichen Geschlechtsaktes. Die beiden Sexualorgane kommen bei manchen Florideen auf einem und demselben Thallus vor, bei den meisten aber auf verschiedenen Individuen, so daß männliche und weibliche Pflanzen zu unterscheiden sind. Die männlichen Organe, welche man als Antheridien[2] bezeichnet, sind einfache runde Zellen mit farblosem Protoplasma; sie erzeugen keine echten beweglichen Spermatozoiden, sondern entlassen ihren Inhalt als einen bewegungslosen runden Samenkörper, welcher passiv vom Wasser fortgetrieben wird und so an die weiblichen Organe gelangt. Bei den meisten Florideen stellen die Antheridien kleine Büschel kurzer, dicht verzweigter Fäden dar, deren Endzellen die Samenkörper erzeugen (Fig. 494, C). Bei den mit blattförmigem Thallus versehenen Florideen bedecken die Antheridien oft bestimmte Flecken des Thallus als eine zusammenhängende weißliche Schicht, die aus den beschriebenen kleinen Zellchen besteht, welche hier durch Umwandlung der äußeren Rindezellen entstehen, oder sie werden in kleinen dem Laube eingesenkten Höhlungen gebildet, deren Innenwand mit haarartigen, antheridientragenden Zellen besetzt ist. — Das weibliche Organ, aus welchem nach geschehener Befruchtung das Cystokarp hervorgeht, zeigt bei den Florideen das Eigenthümliche, daß eine Zelle als besonderes Empfängnißorgan fungirt, welches die befruchtende Wirkung erst auf andere damit in Verbindung stehende Zellen überträgt, aus denen hierauf das Cystokarp sich entwickelt. Die Gesammtheit jener Zellen heißt das Karpogon[3] oder das Prokarp[4]. Das Empfängnißorgan ist der Trichophor[5], dessen wichtigster Theil die sogenannte Trichogyne[6] ist, eine einfache farblose Haarzelle von meist ansehnlicher Länge. An ihrer Spitze setzen sich die im Wasser schwimmenden Samenkörper fest und vereinigen sich, indem an der Berührungsstelle die Membran des Haares aufgelöst wird, mit dem Inhalte desselben, worauf die Zellmembran über dieselben hinweg sich neubildet (vgl. Fig 494, D, E). Die Trichogyne selbst erfährt dadurch keine weiteren Veränderungen, sie überträgt die befruchtende Wirkung auf den zweiten Bestandtheil des Prokarps, die sogenannte karpogene[7] Zelle oder das karpogene System, d. i. eine Zelle oder ein Zellcomplex, welcher dadurch zur Entwickelung des Cystokarps angeregt wird, während die Trichogyne selbst bald darnach abstirbt und verschwindet. Am einfachsten sind die Verhältnisse bei den Nemalieen, besonders bei *Batrachospermum*. Das Prokarp ist hier eine einfache Endzelle der Quirlzweige des Thallus, die Trichogyne eine unmittelbare Fortsetzung dieser karpogenen Zelle, nur durch eine Verengung von derselben abgegrenzt und von ungewöhnlich geringer Längenausdehnung (Fig. 492.). Erst nach der Befruchtung bildet die karpogene Zelle eine Scheidewand an der verengten Stelle, wird umfangreicher und grenzt durch Längswände peripherische Zellen von sich ab, welche ringsum zu kurzgliederigen, vielfach dichotom getheilten Aestchen auswachsend das kugelige, nackte Keimhäufchen erzeugen, an welchem die Endzellen aller Aestchen zu Sporen werden. Bei der Mehrzahl der Florideen hängt dagegen die Trichogyne nicht unmittelbar mit dem karpogenen Systeme zusammen. Sie ist die oberste Zelle des aus zwei oder mehreren übereinanderstehenden Zellen bestehenden Trichophors, und letzterer überträgt die befruchtende Wirkung auf die karpogenen Zellen. Dies kommt nun wieder in verschiedener Form vor. Entweder besteht das Prokarp aus übereinanderstehenden Zellen: die oberste wird zum Trichophor, die mittlere ist die karpogene Zelle, aus welcher durch seitliche Sprossung die sporentragenden Fäden des Cystokarpes hervorgehen, und eine darunterstehende Zelle erzeugt die Hülle (Perikarp), wenn das Cystokarp eine solche bekommt. Oder aber der Trichophor stößt seitlich an das karpogene System an. Hier ist das Prokarp meist ein kurzer aus Gliederzellen bestehender Ast, auf welchem seitlich der Trichophor steht und

1) Diminutiv von favus, eigentlich Wachsscheibe im Bienenstocke, dann jede scheiben- oder kuchenförmige Anhäufung. 2) ☞ Seite 346, Note 1. 3) zusammengesetzt aus καρπός Frucht und γόνος Geburt, das Junge. 4) zusammengesetzt aus πρό vor und καρπός Frucht. 5) zusammengesetzt aus θρίξ Haar und φέρειν tragen, also Haarträger, weil er die Trichogyne trägt. 6) zusammengesetzt aus θρίξ Haar und γυνή Weib.

welcher zwei neben letzterem gelegene einander gegenüberstehende karpogene Zellen abgegrenzt (vergl. Fig. 492.), aus denen dann wiederum die sporenbildenden Sprossungen, beziehendlich auch das Perikarp hervorgehen. Den merkwürdigsten Befruchtungsvorgang hat *Dudresnāya*, indem die karpogenen Zellen weit entfernt von den Trichophoren auf den Spitzen anderer Aeste des Thallus stehen. §. 159.

Fig. 492.

Herpothamnion hermaphroditum Näg.

Ein Stammstück st mit einem Zweige a, welcher ein Antheridium an und die Anlage eines Cystokarps trägt. Diese besteht aus einer Reihe kurzer Gliederzellen, welche bei h beginnt und bei i endigt. Die unterhalb i stehende Gliederzelle g hat durch senkrechte Theilungen vier vorn, hinten, rechts und links stehende peripherische Zellen von sich abgegrenzt. Die bei f sichtbare peripherische Zelle hat sich durch Quertheilungen in eine Zellreihe verwandelt, deren oberste haarförmige Zelle die Trichogyne t darstellt, während die unteren Zellen bei f den Trichophor bilden. Nach Befruchtung der Trichogyne durch die Samenkörper wachsen die neben dem Trichophor liegenden beiden karpogenen Zellen, von denen in der Figur nur die vorn befindliche bei g zu sehen ist, zu dem Conglomerat von Sporen aus, welches die übrigen Zellen alsbald verdeckt und das reife Cystokarp darstellt. 300fach vergrößert. Nach Nägeli.

Fig. 493. **Polysiphonia Harveyi** Bailey.

A Stück eines Thallus, wenig vergrößert.
B Stück eines Stammes mit einem kurzen Aste, in welchem Tetrasporen tt gebildet sind. Stärker vergrößert.
C Eine Tetraspore, stark vergrößert.
D Stück eines Stammes mit einem Aste, an welchem ein Cystokarp c steht, das von einer oben offenen Hülle gebildet wird. Vergrößert wie B. Nach Harvey.
E Die aus dem Boden des Cystokarps im Innern desselben sprossenden ästigen Zellreihen, deren Endzellen zu großen keulenförmigen Sporen werden. Stärker vergrößert.

§. 159. Die Befruchtung wird hier vom Trichophor vermittelst langer Verbindungsschläuche, welche aus dessen Zellen auswachsen und auf andere Aeste fortkriechen, auf jene Zellen übertragen. Die Schläuche legen sich an die letzteren an, wachsen dann von einer zur andern weiter und können so eine ganze Anzahl derselben befruchten. An den Berührungsstellen tritt eine völlige Vereinigung beider Zellen (Copulation) ein, die Vereinigung wächst nach oben in eine Ausbauchung aus, welche durch eine Scheidewand zu einer Zelle abgegrenzt wird; aus letzterer entwickelt sich dann unmittelbar in gewöhnlicher Weise das Keimhäufchen. Die Prokarpien sind bald besondere metamorphosirte Zweige des Thallus, bald stehen sie an der Seite der Gliederzellen gewöhnlicher Thalluszweige, bald sind sie im Gewebe des Thallus verborgen, nur die Trichogyne ragt hervor, und dann sind auch die aus ihnen hervorgehenden Cystokarpien dem Thallus eingesenkt. Was die Ausbildung der karpogenen Zellen anlangt, so werden entweder nur die Endzellen der aus jenen hervorgehenden Sprossungen zu den großen keulen- oder birnförmigen Sporen (Fig. 493.), oder es verwandeln sich alle Gliederzellen dieser Sprossungen von der Spitze nach der Basis fortschreitend in Sporen.

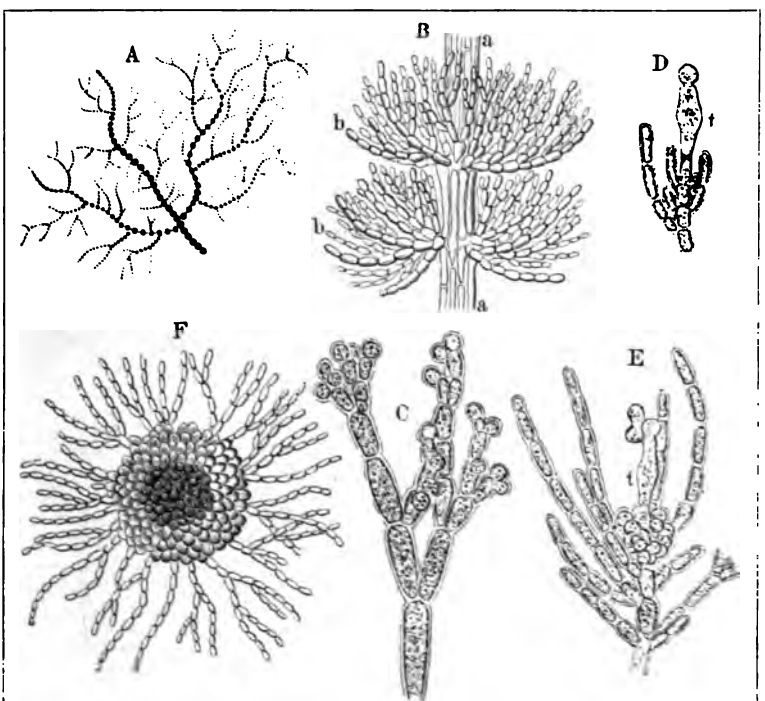


Fig. 494.

Perlschnurförmige Froschlaichalge (*Batrachospermum moniliforme*).

A Stück eines Thallus in natürlicher Größe.
B Ein Stengelstück a a mit zwei Zweigquirlen b b. Vergrößert.
C Ein verzweigter Faden eines Quirles mit kugeligen Antheridien, 400fach vergrößert.
D Ein Faden eines Quirles, dessen Scheitelzelle sich zu einer Trichogyne t ausgebildet hat; mit der Spitze derselben hat sich ein Samenkörper vereinigt. 400fach vergrößert.
E Ein Zweig mit einer befruchteten Trichogyne t: aus der untern Zelle der Trichogyne sprossen zahlreiche dichtstehende Auswüchse hervor. 400fach vergrößert.
F Das Keimhäufchen, entstanden durch Vermehrung der aus der untern Trichogynzelle hervorgegangenen Sprossungen, umgeben von vegetativen Zellfäden. Vergrößert.

Bei manchen Florideen besteht ein Generationswechsel insofern, als sie in ihrem ersten Entwickelungszustande nur ungeschlechtliche Sporen (Tetrasporen oder Sporulen, ☞ S. 405) erzeugen, im späteren vollkommenen und erwachsenen Zustande erst die geschlechtlichen Sporen bekommen. So sind bei *Batrachospermum* die ungeschlechtlichen Zustände diejenigen mit monosiphonem, verzweigten Thallus versehenen Fadenalgen mit Sporulen, welche man früher in der Gattung *Chantransia* stellte; dieser Thallus entwickelt sich später weiter in der Form des *Batrachospermum*-Thallus mit berindeten Fäden und bringt die Antheridien und Cystocarpien hervor. Aus der keimenden Oospore geht zunächst wieder die ungeschlechtliche *Chantransia*-Form hervor.

Literatur über Florideen: Kützing, Phycologia generalis. Leipzig 1843. — Derselbe, Tabulae phycologicae. Nordhausen 1847. — Nägeli, Die neueren Algensysteme. Zürich 1847. — Nägeli und Cramer, Pflanzenphysiologische Untersuchungen. Zürich 1855 und 1857. — Cramer, Untersuchungen über die Ceramiaceen. Zürich 1863. — Thuret, in Ann. des sc. nat. 1850. — Bornet und Thuret, in Ann. des sc. nat. 1867. — Dieselben, Notes algologiques. Paris 1876 und 1880. — Dieselben, Études phycologiques. Paris 1878. — Janczewski, Notes sur le développement du Cystocarpe dans les Floridées, in Mém. de la soc. de Cherbourg. 1879.

3. Ordnung. Coleochaeteen (§. 136.).

Der Thallus dieser kleinen rein chlorophyllgrünen Süßwasseralgen besteht aus kurzen, dichotom verzweigten Aesten, die bei manchen Arten (*Coleochaete pulvinata*, Fig. 495, B) einen polsterförmigen Rasen bilden, bei anderen aber in eine der Unterlage aufliegende Scheibe sich ausbreiten, wobei sie entweder seitlich getrennt bleiben (*C. solūta*) oder wirklich als eine Zellenfläche zusammenhängen, die ebenfalls nur durch Spitzenwachsthum der dichotomen, radialen Zellenreihen, also durch Randwachsthum im ganzen Umkreise sich vergrößert (*C. scutata* und *pulchella*). Die Coleochaeteen schließen sich den Florideen am nächsten an, weil ihre Sexualorgane und Fruchtbildung mit denen der letzteren sehr große Aehnlichkeit haben. Das weibliche Organ, Karpogon[1] oder Oogonium[2], ist die angeschwollene Endzelle eines Zweiges, bei *C. scutata* also das Endglied einer radialen Zellreihe der Thallusscheibe. Sie verlängert sich nach oben in eine enge, lange Trichogyne, welche an der Spitze sich öffnet und farblosen Schleim austreten läßt, in welchem wahrscheinlich die Spermatozoiden aufgenommen werden. Die Antheridien entstehen an besonderen kleinen Zweigen, indem aus der Endzelle derselben einige flaschenförmige Zellchen hervorsprossen; bei *C. scutata* bilden sie sich durch kreuzweise Viertheilung gewisser Zellen des scheibenförmigen Thallus. Der Inhalt der Antheridienzelle wird zu einem einzigen mit zwei Wimpern versehenen Spermatozoid. Die Folge der Befruchtung ist, daß das Karpogon mit Ausnahme der Trichogyne eine zellige Umrindung erhält. Es wachsen nämlich bei *C. pulvinata* von der Tragzelle des Karpogoniums Aestchen empor, welche sich an den bauchigen Theil desselben anschmiegen und schließlich denselben ganz überziehen (Fig. 495, A), während bei *Coleochaete scutata* und *pulchella* die Nachbarzellen an der Oberseite des Thallus mit ihren Scheiteln über das Karpogonium zusammenwachsen (Fig. 495.). Der Inhalt der Oogoniumzelle umgiebt sich mit einer eigenen Haut. Die Frucht wächst dann noch und ihre Wände färben sich dunkelbraun. Nach Ueberwinterung keimt die Frucht, d. h. es beginnt dann erst die weitere Umbildung ihres Inhaltes; derselbe verwandelt sich durch wiederholte Zweitheilung in ein parenchymatisches Gewebe, welches die Fruchtwand sprengt und in jeder Zelle eine Schwärmspore erzeugt; aus letzterer entwickelt sich wieder eine neue Pflanze. In dieser Umbildung des Karpogoniums finden wir daher die unverkennbarste Analogie mit dem Sporogonium der niederen Moose, insbesondere der Ricciaceen, mit welchen die Algen durch die Coleochaeteen verbunden sind.

Literatur: Pringsheim in Jahrb. f. wissensch. Botanik II. pag. 1.

---

1) ☞ Seite [illegible], Note 2. 2) ☞ Seite [illegible], Note 2.

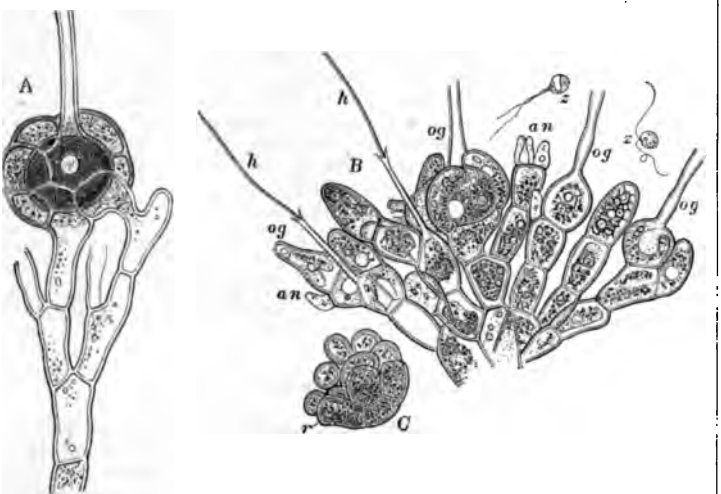


Fig. 495. **Coleochaëte pulvinăta.**

A Ein Thalluszweig mit einem endſtändigen Karpogonium, welches mit Ausnahme der Trichogyne von einer zelligen Rinde umgeben iſt, welche von den darunter ſtehenden Zellen abſtammt. 280fach vergrößert.

B Stück eines Raſens der Alge, mit Karpogonien og, von denen manche bereits ihre Umrindung (A) bekommen. an Antheridien. z Spermatozoiden. hh borſtenförmige farbloſe Zellen der Thalluszweige. 200fach vergrößert.

C Keimende Frucht; der Inhalt hat ſich in parenchymatiſche Zellen umgewandelt, deren jede ſpäter eine Schwärmſpore erzeugt. 200fach vergrößert. Nach Pringsheim.

4. Ordnung. Schwarztange, Ledertange. Fucoïdĕae, Phaeosporĕae[1], Melanospermĕae[2] (§. 156.).

§. 161. Die hierher gehörigen Algen ſind ſämmtlich Meerpflanzen. Ihr Thallus zeigt morphologiſch ſo große Mannichfaltigkeiten, daß ſie in dieſer Beziehung keine durchgreifenden Unterſchiede von den verwandten Algen aufweiſen. Die Fortpflanzung wird nur bei der Familie der Fucaceen durch Geſchlechtsorgane vermittelt, die weſentlich verſchieden von denen der Floridеen, nämlich Eizellen ſind, die durch Spermatozoiden befruchtet zu Oosporen werden; bei den übrigen Phäosporeen ſind nur Schwärmſporen bekannt, ähnlich denen der Confervaceen (§. 162.). Aber das für ſie allein charakteriſtiſche Merkmal ſind ihre eigenthümlichen braunen und gelben Farbſtoffe, das Phykophäin und Phykoxanthin (§. 36.), welche mit dem Chlorophyll gemengt ſind und dem Thallus ſowie den Sporen eine olivenbraune Farbe verleihen.

I. **Thallus.** Einige Fucoideen haben einen blattförmigen Thallus. Dieſer iſt bei *Myrionēma* eine einfache, der Unterlage aufliegende Zellenfläche, die ganz wie die von *Coleochaëte* (S. 409) wächſt. Der fächerförmige Thallus von *Padina* iſt mehrſchichtig; er beſteht aus mehreren Schichten Markzellen und aus einer an der Oberſeite liegenden engzelligen Rinde und trägt an der Oberſeite kurze, wenigzellige Haare, die in mit dem Rande parallelen Zonen ſtehen. Die höchſte Entwickelung erreicht der blattförmige Thallus bei *Laminarĭa*, wo er ein mehrere Meter Länge erreichendes, ganzes oder handförmig zertheiltes Laub (frons) darſtellt, welches unten in einen kurzen Stiel übergeht, der an ſeiner Baſis abwärts wachſende, verzweigte Aeſte treibend ein wurzelartiges Haftorgan (Rhizoid) darſtellt (Fig. 496.);

1) Zuſammengeſetzt aus φαιός braun und σπορά Spore. 2) zuſammengeſetzt aus μέλας ſchwarz und σπέρμα Same, wegen der dunkeln Farbe der Sporen.

§. 161.

der Thallus besteht hier aus einem vielschichtigen, Mark und Rinde bildenden Zellgewebe.

Die meisten Phäosporeen haben einen strauchförmigen Thallus. Bei der niedrigsten Familie, den Ectocarpeen, kleinen Algen, die sich unmittelbar an die Conferveen (§. 162.) anschließen, besteht derselbe aus fadenförmigen Zellreihen, die sich aus ihren Gliederzellen verzweigen. Die Fäden endigen gewöhnlich in eine farblose Haarzelle. In den übrigen Familien ist der strauchförmige Thallus aber aus Zellgewebe gebildet, und zwar aus einem Parenchym, dessen in der Mitte liegenden weiten Zellen ein Mark und dessen äußeren engeren Zellen eine Rinde bilden (Fig. 497, B). Morphologisch zeigt diese Form des Thallus wieder große Mannichfaltigkeiten. Bei den kleineren Tangen, welche die Familie der Sphacelarieen ausmachen, schreitet die morphologische Differenzirung bereits bis zu Stengel, Blättern und Haaren fort. Zunächst sehen wir (bei *Sphacelaria* und *Chaetopteris*) eine Verschiedenheit in den Zweigen nur insofern eintreten, als bei den einen das Wachsthum durch die Scheitelzelle längere Zeit anhält, bei anderen früher erlischt, indem die Scheitelzelle unthätig wird und in eine haar- oder dornförmige Spitze sich umwandelt; jene werden als Langtriebe, diese als Kurztriebe bezeichnet. Ihre Stellung ist entweder unregelmäßig, oder die Kurztriebe gewinnen bereits eine gesetzmäßige Stellung durch eine constante gegen- oder wechselständige Anordnung. Die höchste morphologische Differenzirung wird unter den Sphacelarieen bei *Cladostephus* erreicht (Fig. 497.). Hier ist der Stengel durch sein unbegrenztes Längenwachsthum scharf gesondert von frühzeitig sich begrenzenden Seitengliedern, welche sich somit als Blätter erweisen (Fig. 497, A, B). Der Unterschied beider prägt sich nun auch in ihrem verschiedenen Ursprunge aus: die Verzweigung des Stengels geschieht durch Dichotomie der Scheitelzelle, indem von derselben durch zwei schiefe Scheidewände zwei neue Zellen abgeschnitten werden, welche die Scheitelzellen zweier neuen Zweige darstellen (Fig. 497, D); außerdem entspringen auch noch aus den secundären Gliederzellen Stengelzweige, sogenannte Adventivsprosse. Bei beiden Zweigarten steht daher das Mark des Stengels und des Zweiges im Zusammenhange. Die Blätter dagegen entspringen nur aus den primären Rindezellen, und zwar aus allen, so daß sie in Quirlen um den Stengel stehen (Fig. 497, B, B, B). Da nach ihrer Entstehung die jeweils äußeren Rindezellen fortfahren sich zu vermehren und dadurch den Stengel verdicken, so wird die Basis der Blätter in das Rindegewebe eingeschlossen (Fig. 497, B, b). Wachsthum und Gewebebildung der Blätter sind denen des Stengels analog. Die Haare sind ebenfalls zu selbständigen Gebilden geworden, aber ganz auf die Blätter zurückgedrängt, wo sie büschelweise in den Winkeln der Blattzipfel stehen (Fig. 497, B, an B). Außerdem kommen meist und schon bei den niedrigsten Sphacelarieen noch eigenthümliche Wurzelfäden, welche ähnliche Gewebebildung wie die echten Zweige annehmen, aber dünner sind und besonders dadurch sich auszeichnen, daß sie bald lose, bald aber auch unter sich verflochten und den Stengeln innig angeschmiegt nach unten wachsen, im letzteren Falle dieselben mit einer falschen Rinde überziehend. Die meist größeren Tange in den übrigen Familien haben auch vielfach cylindrische Stengel, und die Zweige haben entweder dieselbe Form und zeigen dann Abstufungen zwischen unbegrenzt wachsenden und sich begrenzenden Zweigen, wie bei *Cystoseira*, oder gewisse Zweige nehmen die Gestalt flacher Blätter an, wie bei *Sargassum*. Bei vielen anderen dieser größeren Tange hat der Stengel sammt allen seinen dichotomischen Verzweigungen die Neigung, lineallische abgeplattete Gestalt anzunehmen. So bei dem regelmäßig dichotomisch verzweigten Thallus von *Dictyota*, desgleichen bei dem großen Thallus der *Fucus*-Arten

Fig. 496.

Der **Blattang** (*Laminaria saccharina* Lamx.). Thallus mit dem wurzelartigen Rhizoid. Sehr verkleinert.

§. 161.

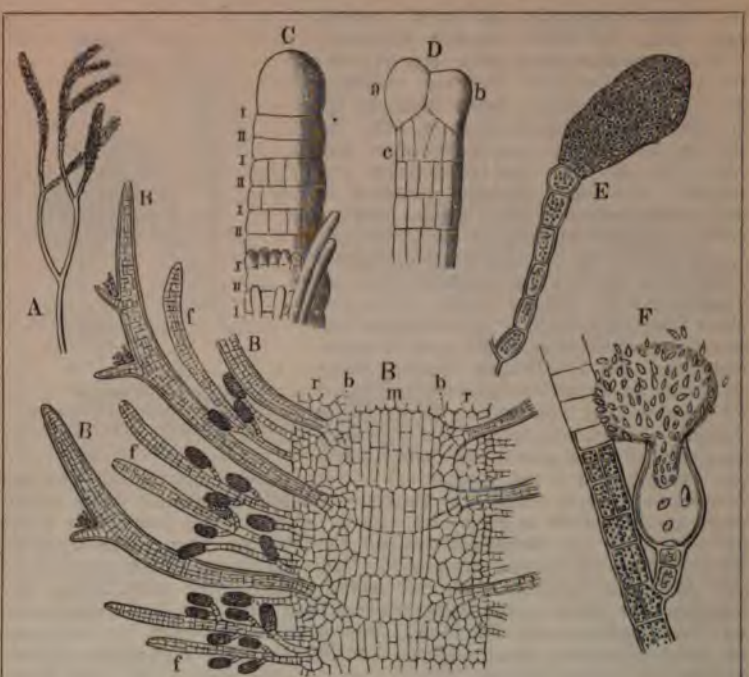


Fig. 497.

Cladostēphus verticillātus Ag.

A Stück eines Thallus in natürlicher Größe.

B Längsſchnitt durch einen Stengel. r r Rinde, m Mark. B quirlſtändige Blätter, ihre Baſen b b ſind in der ſpäter entſtandenen Rinde des Stengels eingeſchloſſen. f die zuletzt entſtandenen, daher aus oberflächlichen Stengelzellen entſpringenden, zwiſchen den Blattquirlen zerſtreut ſtehenden Fruchtblätter mit Sporangien an ihren Zweigen. 55fach vergrößert. Nach Pringsheim.

C Die Spitze eines Stengels, oben die Scheitelzelle, welche ſucceſſiv durch die mit I bezeichneten Scheidewände primäre Gliederzellen abgegrenzt hat, in welchen durch die Scheidewände II ſecundäre Gliederzellen und darauf weitere Scheidewände gebildet werden, durch welche die Zellenreihe zu einem Zellenkörper wird. Unten iſt die Anlage der quirlſtändigen Blätter zu ſehen. 110fach vergrößert. Nach Geyler.

D Eine Stengelſpitze in der Bildung der gabelförmigen Verzweigung begriffen, durch Dichotomie der Scheitelzelle, aus welcher durch 2 ſchiefe Scheidewände zwei neue Scheitelzellen a und b entſtanden ſind, welche dem Reſte c der alten Scheitelzelle aufſitzen. 90fach vergrößert. Nach Pringsheim.

E Ein Fruchtaſt mit einem vielfächerigen Sporangium. 250fach vergrößert. Nach Pringsheim.

F Stück eines Fruchtblattes mit einem einfächerigen Sporangium, deſſen geſammter, in zahlreiche Schwärmſporen umgewandelter Inhalt ſoeben entleert wird. Circa 180fach vergrößert. Nach Pringsheim.

(Fig. 498). Auch dieſe größeren Tange beſtehen aus einem parenchymatiſchen Gewebe, in welchem wir gewöhnlich einen aus geſtreckten Zellen beſtehenden Innenkörper oder Mark und eine kleinzelligere Rinde, bisweilen in Außen- und Innenrinde unterſchieden, bemerken. Auch hier wachſen oft die Rindenſchichten an ihrer Außenſeite in die Dicke. Bei *Fucus* iſt die Achſe des Thallus von einer dicken Mittelrippe durchzogen; an den älteren Theilen des Thallus ſterben die Laubränder zu beiden Seiten der Mittelrippe ab, und letztere bildet ſich dadurch zu einem Stiel um. Dieſer wächſt dann noch weiter in die Dicke, indem aus den Zellen ſeiner peripheriſchen Schicht fadenförmige Verlängerungen auswachſen, welche

§. 161. nach abwärts dringend und reichliche Verzweigungen bildend den Stiel durchwuchern, der dadurch an der Basis bis zum 10fachen des ursprünglichen Durchmessers sich verdickt. Sehr häufig finden sich bei diesen ansehnlichen Tangen große luftерfüllte Hohlräume im Zellgewebe, welche denselben zum Schwimmen dienen. Bei *Fucus* liegen sie in der Laubmasse und sind äußerlich als Auftreibungen sichtbar (Fig. 498, A u. B, b); bei *Cystoseīra* entwickeln sie sich in kleinen Seitenzweiglein, welche dann wie gestielte, kuglige Blasen dem Thallus anhängen.

Das Wachsthum des Phäosporeenthallus geschieht nach verschiedenartigen Typen. Der blattförmige Thallus von *Myrionēma* vergrößert sich, wie oben erwähnt, durch Randwachsthum. Bei manchen Phäosporeen mit strauchförmigem Thallus findet Spitzenwachsthum durch eine Scheitelzelle statt. Dahin gehören die Sphacelarieen, wo stetig eine Scheitelzelle in Thätigkeit ist, welche durch Querwände Gliederzellen erzeugt, aus denen durch weitere Theilungen das Zellgewebe des Thallus hervorgeht (Fig. 497, C). Mittelst Scheitelzelle an der Spitze wachsen auch manche Fucoideen mit abgeplattetem Thallus. So *Dictyōta*, welche eine einzige Scheitelzelle besitzt; ferner *Padīna pavonīa;* hier hat der Vegetationspunkt junger Pflanzen ebenfalls nur eine einzige Scheitelzelle, die sich aber mit fortschreitender Erstarkung der Pflanze in mehrere nebeneinander liegende gleichwerthige Scheitelzellen spaltet. Auch bei *Fucus*, wo der Vegetationspunkt in einer mit Schleim erfüllten Spalte an der Thallusspitze liegt, findet sich eine in der Richtung des Randes liegende Reihe Scheitelzellen. Ein dritter Wachsthumstypus, welcher vielen Phäosporeen eigen ist, ist das intercalare beziehendlich basale Wachsthum, welches in einer von der Thallusspitze entfernten Region stattfindet. Hierher gehören die Ectocarpeen, bei denen der Thallus sammt seinen Verzweigungen in eine lange Haarzelle endigt, und an der Grenze von Haar und Thallus mehrere sehr kurze und plasmareiche, in lebhafter Theilung begriffene Zellen liegen, die den Vegetationspunkt darstellen, wo sowohl nach unten dem Thallus, wie nach oben dem Haare, neue Elemente zugefügt werden. Bei den Laminarien befindet sich der Vegetationspunkt an der Grenze von Stiel und Frons (s. oben S. 410). Er hat zwar wie die älteren Theile der Pflanze ein centrales langzelliges und ein peripherisches engzelliges Gewebe (Mark und Rinde), aber nur an jener Stelle wächst er, so daß die allmählich absterbenden Spitzen der Frons durch den Zuwachs an der Basis ersetzt werden. Der viele Meter Länge erreichende, unverzweigte, cylindrische, röhrenförmige Thallus der Meersaite (*Scytosīphon*) wächst nur unmittelbar über seiner mittelst Wurzelhaaren fixirten Basis; nur hier sind noch keine Sporangien entwickelt und das Gewebe schließt dicht zusammen; die centrale Höhlung entsteht erst weiter oben durch Auseinanderweichen der Zellen. Durch dieses basale Wachsthum erreicht die Meersaite bedeutende Länge, und immer ist ihr oberes Ende das älteste und im Absterben begriffen. Andere Tange, wie *Asperocōccus*, *Punctarīa* ꝛc. haben ebensolches basales Wachsthum.

II. **Fortpflanzungsorgane.** Abgesehen von den vollkommensten Phäosporeen, den Fucaceen, wo ausgeprägte Geschlechtsorgane die Fortpflanzung vermitteln, finden sich in dieser Ordnung Schwärmsporen, welche von besonderen Zellen, Sporangien, erzeugt werden. Die strauchförmigen Ectocarpeen, Sphacelarieen und Chordarieen haben die Sporangien an besonderen Fruchtästen. Bei den niederen Gattungen dieser Familien sind dieselben nur gewöhnliche Aeste des Thallus. Bei den höheren Gattungen, insbesondere bei *Cladostēphus*, wo bereits eine morphologische Differenzirung der Verzweigungen besteht, stehen die Sporangien nur an den Blättern und sogar an besonderen Fruchtblättern. Diese entstehen an älteren Gliedern des Stengels nach Vollendung des Dickewachsthumes derselben, aus den äußersten Rindezellen; sie sind daher an ihrer Basis nicht von Rindegewebe umhüllt und stehen regellos zerstreut zwischen den Quirlen der eigentlichen Blätter (Fig. 497, B, f). An den Fruchtästen, beziehendlich -blättern stehen die Sporangien als veränderte Seitenzweiglein, sitzend oder auf einem kurzen Stiele, als eine große, bauchige Zelle, die veränderte Scheitelzelle des Zweigleins. Es giebt hier meist zweierlei Arten Sporangien, welche oft auf derselben Pflanze zusammen, bisweilen auf verschiedenen Individuen getrennt vorkommen, nämlich einfächerige, deren Inhalt sich nicht in Zellen theilt, sondern direct in eine Anzahl Schwärmsporen

§. 161. zerfällt, welche unter Aufreißen der Spitze des Sporangiums in Gallert gehüllt gemeinsam entleert werden (Fig. 497, F), und vielfächerige, wo die Sporangiumzelle durch Quer- und Längstheilungen in einen Complex zahlreicher, kleiner, kubischer Zellen sich verwandelt, deren jede eine Zoospore erzeugt (Fig. 497, E). Die Schwärmsporen beider Sporangien sind meist einander gleich: ungefähr eiförmig mit farbloser Spitze, braungefärbtem Hinterende und mit zwei nach vorn und hinten gerichteten Wimpern an einer Seite. Bei *Myrionēma* stehen ebensolche Sporangien auf dem blattförmigen Thallus zerstreut zwischen mehrzelligen, farblosen Haaren; sie sind selbst metamorphosirte Haare. Diesen Charakter und diese Stellung behalten die Sporangien auch in den höheren Fucoideenfamilien. Sie stehen meist mit Haaren gemengt entweder ohne Ordnung über die Thallusoberfläche zerstreut oder nur an gewissen Stellen derselben: bei *Padīna* in Reihen, die dem Rande des fächerförmigen Thallus parallel laufen und mit aus Haaren bestehenden Reihen abwechseln; am häufigsten aber sind sie in runde Fruchthäufchen (sori) vereinigt, welche in den Familien der Dictyoteen, Laminarieen und Sporochnoideen ebene Stellen der Oberfläche einnehmen, also freiliegend sind. Von den meisten Schwärmsporen ist bekannt, daß sie keimen. Sie umkleiden sich dann mit einer Zellhaut und treiben Keimschläuche, die sich durch Scheidewände gliedern und sich verzweigen. Es ist aber noch nicht hinreichend klar, ob und inwiefern hierbei eine Sexualität besteht. Man hat zwar bei manchen Phäosporeen (z. B. *Dictyosīphon*) eine Paarung von Schwärmsporen beobachtet, aber sowohl die gepaarten wie die isolirten Schwärmer sind keimfähig; es scheint daher die Geschlechtsdifferenz hier noch keinen scharfen Ausdruck gewonnen zu haben und noch nicht nothwendige Bedingung der Zeugung zu sein.

Dagegen nehmen bei den Fucaceen die Schwärmsporen differenten Geschlechtscharakter an. Sie stehen hier in ähnlichen Fruchthäufchen wie bei den letzterwähnten Familien, nur sind dieselben hier in das Gewebe des Thallus eingesenkt, indem ihre Ränder sich über dieselben wallartig erheben und einen engen Eingang bilden, aus welchem gewöhnlich die Haare pinselartig hervorragen (Fig. 498, C). Diese Häufchen nennt man Fruchtbehälter (conceptacŭla[1]). Bei der Gattung *Fucus* sind dieselben auf den Enden der Thalluszweige in kopfartige Fruchtstände vereinigt (Fig. 498, B), bei anderen Gattungen stehen sie an besonderen kleinen Zweigen. Sie sind erfüllt mit vielen gegliederten Haaren, welche aus den Zellen der Innenwand entspringen und zwischen denen die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane stehen (Fig. 498, C). Die Oogonien[2] sind große kuglige oder längliche, auf einer kurzen Stielzelle sitzende Zellen mit reichlichem, dunkelgefärbtem Inhalte, aus welchem eine oder infolge von Theilungen zwei, vier oder acht Befruchtungskugeln oder Eier werden (Fig. 498, D). Später entleert sich der Inhalt des Oogoniums, indem er umgeben von einer inneren Hautschicht desselben austritt, welche in der Folge ebenfalls sich öffnet und die Eier entläßt (Fig. 498, E). Die Antheridien[3] stehen an verzweigten Haaren als Zweiglein derselben (Fig. 498, F); ein jedes ist eine ovale Zelle, in welcher das Protoplasma in zahlreiche, längliche, zugespitzte, mit einem rothen Punkte versehene Körperchen, die Spermatozoiden, zerfällt. Diese sind beweglich durch zwei vor- und rückwärts gerichtete Cilien und schwärmen aus, nachdem das Antheridium sich abgelöst hat, sammeln sich behufs der Befruchtung in großer Anzahl um die freigewordenen Eier (Fig. 498, G); letztere umhüllen sich später mit einer Membran und stellen dann die mit dunkelolivenbraunem Inhalte erfüllten Oosporen[4] dar. Bei manchen Arten kommen in den Conceptakeln Oogonien und Antheridien zusammen vor (Fig. 498, C); andere sind diöcisch, indem die Conceptakeln gewisser Individuen nur die männlichen, diejenigen anderer nur die weiblichen Organe enthalten. Die reifen Oosporen sind sogleich keimfähig; sie keimen indem sie einen Fortsatz treiben, der den Anfang der Rhizoiden darstellt, während sie selbst in dem dieser Stelle gegenüberliegenden Theile durch Querwände und darauf durch Längswände zu einem Zellenkörper werden, der sich allmählich zu einem jungen Thallus ausbildet.

---

1) Behälter, von concipĕre aufnehmen. 2) ☞ Seite 394, Note 2. 3) ☞ Seite 346, Note 1. 4) ☞ Seite 395, Note 1.

§. 161.

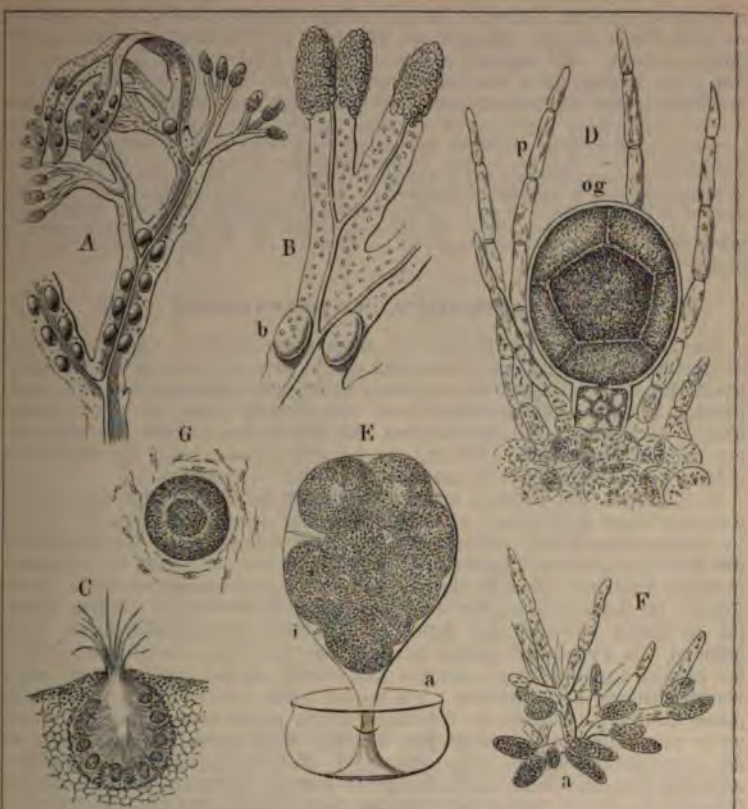


Fig. 498.

Der **Blasentang** (*Fucus vesiculōsus* L.).

A Oberer Theil des Thallus in ungefähr halber natürlicher Größe. Im Thallus sind die blasenförmigen Lufträume, auf den Enden der Zweige die Fruchtstände sichtbar.

B Ein mit Fruchtständen versehenes Zweigende in natürlicher Größe, bei b die äußerlich sichtbaren Luftblasen.

C Querdurchschnitt durch eines der in der Thallusmasse eingesenkten Conceptacula, aus denen der Fruchtstand besteht; dasselbe ist mit Haaren, die zum Theil aus der Mündung hervorragen, ausgefüllt, zwischen denen die Oogonien und die Antheridien erkennbar sind. Schwach vergrößert.

D Ein Oogonium og von Haaren p umgeben, aus einem Conceptaculum. Der Inhalt des Oogoniums hat sich in mehrere Portionen, die Eier, getheilt. 160fach vergrößert. Nach Thuret.

E Entleerung der Eier eines Oogoniums. Nachdem dieselben, von der Innenhaut des Oogoniums umgeben, aus demselben und aus dem Conceptaculum ausgetreten sind, platzt die äußere Schicht a ihrer Hülle, die innere Schicht i tritt, die Eier enthaltend, hervor und öffnet sich hierauf, um letztere zu entlassen. 160fach vergrößert. Nach Thuret.

F Ein verzweigtes, mit Antheridien a besetztes Haar aus einem Conceptaculum. 160fach vergrößert. Nach Thuret.

G Ein ausgetretenes Ei, umschwärmt von Spermatozoiden. 160fach vergrößert. Nach Thuret.

Bei manchen Fucoideen findet auch eine vegetative Vermehrung statt, z. B. bei den Sphacelarieen durch **Brutknospen**, d. s. eigenthümliche, drei- oder vierstrahlige, mehrzellige Körper, welche metamorphosirte Aeste sind. Dieselben fallen ab und entwickeln sich zu neuen Pflanzen, indem die mit dem Substrate in Be-

rührung gekommene Extremität in eine zellige, gelappte Ausbreitung auswächst, an deren Rande ein oder mehrere junge Pflänzchen durch Weiterentwickelung gewisser Zellen entstehen. Bei manchen größeren Tangen entstehen durch Sprossungen auf dem alten Thallus kleine Thallusanfänge, welche sich ablösen oder nach Absterben des Mutterthallus sich durch Rhizoiden festsetzen und zu neuen Pflanzen sich entwickeln.

Literatur über Phäosporeen: Nägeli, Die neueren Algensysteme. Zürich 1847. — Kützing, Phycologia generalis, Leipzig 1843. — Derselbe, Tabulae phycologicae. Nordhausen 1847. — Thuret in Ann. des sc. nat. 1854. — Pringsheim, Ueber den Gang der morphologischen Differenzirung in der Sphacelarien-Reihe. Berlin 1873. — Geyler, in Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Botanik 1865. — Reinke, in Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Botanik 1876 und 1877. — Rostafinski, Beiträge zur Kenntniß der Tange. Leipzig 1876. — Janczewski, Observations sur l'accroissement du thalle des Phéosporées, in Mém. de la soc. nat. de Cherbourg 1875. — Thuret und Bornet, Etudes phycologiques. Paris 1878.

5. Ordnung. Fadenalgen. Confervaceae (§. 156.).

§. 162. Die Confervaceen sind vielzellige, rein chlorophyllgrüne Algen. Ihr Protoplasma ist entweder gleichmäßig vom Chlorophyll gefärbt oder es enthält geformte Chlorophyllkörper (§. 35.), welche bald ringförmige Querbänder (*Sphaeroplea*), bald wandständige Platten, bald Chlorophyllkörner von länglich spitzer bis runder Gestalt bilden. Farbstoffe wie bei den Florideen oder Phäosporeen kommen hier nicht vor; wo gefärbte Bestandtheile auftreten, wie bei *Chroolepus*, da ist es rothes Oel, welches vom Chlorophyll abgesondert in den Zellen vorkommt.

I. **Thallus.** Bei *Ulothrix* und *Hormidium* ist der Thallus eher einer Colonie einzelliger Algen vergleichbar, indem hier sämmtliche Zellen gleichmäßig sich theilend zu unverzweigten Fäden heranwachsen, bisweilen auch nach zwei Raumrichtungen sich theilen und dann zu Bändern verbundene Fäden oder auch, wenn die Theilungen in beiden Richtungen gleich häufig erfolgen, blattartige Zellenschichten bilden, welche Formen als *Schizogonium*, oder wenn die Zellen nicht sämmtlich in gleichem Tempo sich zu theilen fortfahren und daher die Zellenfläche unregelmäßig krause Form bekommt, als *Prasiola* bezeichnet werden. Bei den meisten Confervaceen aber ist der Thallus unzweifelhaft ein einfaches Individuum, welches durch Spitzen-, event. Randwachsthum sich vergrößert. Die meisten bilden Zellenfäden, deren freies oberes Ende eine fortwachsende Scheitelzelle besitzt, welche immer durch eine Querwand eine Gliederzelle abgrenzt (Fig. 499, B). Das untere Fadenende steckt oft als wurzelähnliche farblose Zelle (Rhizoid, S. 400) im Schlamme des Gewässers oder sitzt mit einer durch Ausbreitung der Zellhaut entstandenen flachen Scheibe (Fig. 501, C) oder mit einem aus kriechenden kurzen Fäden gebildeten Fuß an fremden Gegenständen fest. Mit dem Spitzenwachsthum kann zugleich auch in den Gliederzellen die Theilung fortdauern, z. B. bei *Conferva*, *Oedogonium*. Die Fäden bleiben entweder unverzweigt (*Sphaeroplea*, *Conferva*, *Oedogonium*) oder häufiger bekommen sie Aeste, die sich oft wiederholt verzweigen. Die Verzweigung geschieht an der Seite des oberen Endes der Gliederzellen (Fig. 499, B). Bei einigen Gattungen wachsen die Endzellen der Aeste zu farblosen Haaren aus und werden des Spitzenwachsthumes unfähig; dann findet die Verlängerung des Fadens nur durch Theilung der grünen Gliederzellen, bisweilen nur der Basalzelle statt, wie bei *Chaetophora*, *Bulbochaete*, *Draparnaldia* und *Stigeoclonium*, so daß hier ein ebensolches intercalares oder basales Wachsthum besteht, wie bei vielen Phäosporeen. Meistens wird der Thallus infolge hochgradiger Verzweigung strauchähnlich (Fig. 499, A). Bisweilen sind die äußeren Schichten der Zellmembranen gallertartig aufgequollen, in welchem Falle der Thallus in Gallert eingehüllt ist.

Die Zellen mancher Confervaceen (z. B. *Stigeoclonium* und *Ulothrix*) können in Zustände übergehen, welche mit gewissen Palmellaceen (§. 166.) übereinstimmen, indem sie durch rechtwinklig sich kreuzende Scheidewände Tochterzellen erzeugen, welche paarweise oder in Tetraden geordnet eine Colonie bilden, wobei die Membranen gallertartig aufquellen, wie bei *Palmella*. Doch bilden auch diese Zellen Schwärmsporen (s. unten), aus denen wieder die typische Alge hervorgehen kann.

II. **Fortpflanzung.** Die meisten Confervaceen pflanzen sich durch Schwärmsporen fort; nur Formen, welche in lebhafter Zelltheilung eine hohe vegetative

§. 162.

Fig. 499.
Cladophŏra longissĭma Ktz.
A Stück eines Thallus schwach vergrößert.
B Ende eines Zellenfadens. s die wachsende Scheitelzelle, welche durch Quertheilung die Gliederzellen des Fadens bildet. Bei r Anlage eines Astes durch Ausstülpung einer Gliederzelle an der Seite ihres oberen Endes. Die Zellen enthalten netzförmige Stränge bildendes Protoplasma mit Chlorophyllkörnern. Stärker vergrößert.
C Ende eines verzweigten Fadens, von welchem zwei Zellen sp sp Schwärmsporen gebildet haben. Aus der oberen, an welcher bei a eine Oeffnung entstanden ist, sind die meisten bereits ausgetreten. Die untere ist noch nicht entleert; sie hat bei a eine verdickte Stelle in der Zellmembran, welche später durch Aufquellen ihrer Substanz die Oeffnung für den Austritt der Schwärmsporen bildet.

Thätigkeit entfalten, wie die Arten von *Conferva*, die man deßhalb auch nur als vegetative Zustände anderer Confervaceen betrachtet, kommen immer steril vor. Der Schwärmsporenbildung werden entweder sämmtliche Zellen des Tallus ohne weitere Veränderung fähig (*Ulōthrix* Fig. 500., *Oedogonium* Fig. 501., *Microspŏra*), oder es sind eine oder mehrere ebenfalls unveränderte Endzellen der Aeste dazu vorwiegend bestimmt (*Cladophŏra* Fig. 499.), oder aber die productiven Zellen nehmen eine abweichende Form an: so erzeugen bei *Chroolĕpus*-Arten einzelne interstitielle oder terminale kugelig angeschwollene Zellen allein die Schwärmsporen, bei *Chaetophŏra* sind nur die Zellen gewisser Aeste, welche nicht in eine haarförmige Spitze auslaufen, hierzu bestimmt. Bei *Oedogonium* wird das Protoplasma der Mutterzelle zu einer einzigen, mit einem Kranze von Wimpern versehenen Zoospore (Fig. 501.), bei den übrigen Gattungen zerfällt es in mehrere, runde oder längliche, mit zwei bis vier Wimpern versehene Schwärmsporen (Fig. 500.). Manche, z. B. *Ulōthrix*, haben zweierlei Schwärmsporen: kleinere, sogenannte Mikrozoosporen[1], welche mit zwei Wimpern versehen sind

1) ☞ Seite 422, Note 1.

§. 162. und in großer Zahl in einer Mutterzelle entstehen, und größere, Makrozoosporen[1], welche vier Wimpern besitzen und nur einzeln oder zu höchstens vier in einer Mutterzelle gebildet werden. Die Schwärmsporen werden geboren, und zwar bei *Oedogonium* durch Queraufreißen der Zellhaut, bei den übrigen durch eine runde Oeffnung, welche in der Membran durch Auflösung der Substanz derselben entsteht. Nach ihrer Schwärmperiode setzen sie sich mit ihrem cilientragenden hyalinen Vorderende fest und bekommen eine Zellhaut, welche an diesem Punkte zum Rhizoid sich ausbildet, am hinteren Ende zum wachsenden Scheitel wird (Fig. 501, C). Bei manchen Conservaceen hat man eine Paarung (Copulation) von Schwärmsporen beobachtet, wobei die letzteren paarweise verschmelzen zu einer Zygospore und zwar copuliren bei *Ulothrix* die Mikrozoosporen, während die Makrozoosporen ohne Paarung direct keimen. Man muß in jenem Proceß die einfachste Form des Geschlechtsactes erkennen; allein derselbe ist zur Zeugung nicht nothwendig, denn z. B. bei *Ulothrix* findet auch bei unterdrückter Copulation Keimung der Mikrosporen statt.

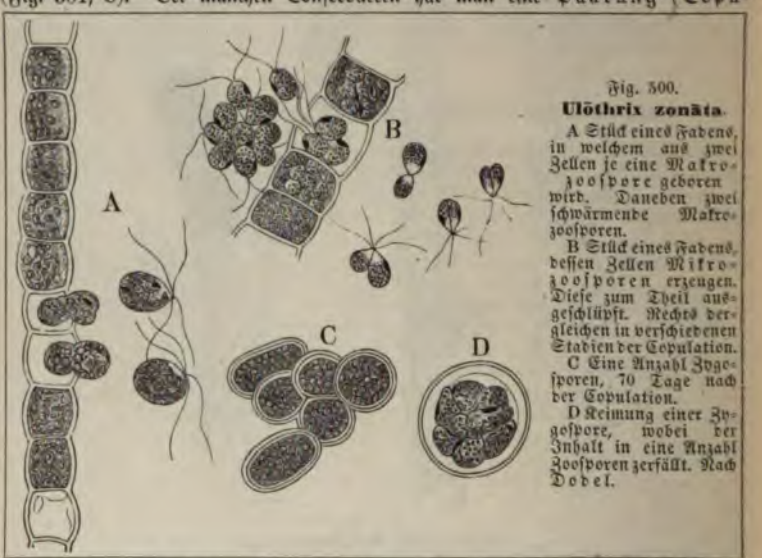


Fig. 500.
Ulothrix zonata.
A Stück eines Fadens, in welchem aus zwei Zellen je eine Makrozoospore geboren wird. Daneben zwei schwärmende Makrozoosporen.
B Stück eines Fadens, dessen Zellen Mikrozoosporen erzeugen. Diese zum Theil ausgeschlüpft. Rechts dergleichen in verschiedenen Stadien der Copulation.
C Eine Anzahl Zygosporen, 70 Tage nach der Copulation.
D Keimung einer Zygospore, wobei der Inhalt in eine Anzahl Zoosporen zerfällt. Nach Dodel.

Von einigen Conservaceen ist außerdem eine Sporenbildung durch geschlechtliche Zeugung bekannt. In den vegetativen Zellen der *Sphaeroplea annulina* bilden sich nach Cohn aus dem grünen Protoplasma mehrere kugelige Massen, die Ei- oder Befruchtungskugeln oder -Zellen, während in anderen Fadenzellen das Protoplasma in sehr zahlreiche, kleine, stabförmige Schwärmsporen umgeformt wird, welche ausschwärmen und die Rolle von Spermatozoiden (S. 346) spielen, indem sie durch kleine, an der Mutterzelle der Befruchtungskugeln entstandene Oeffnungen eintreten, dort die letzteren umschwärmen und sich endlich mit ihnen vermischen. Diese bekommen darauf eine geschichtete Membran und färben ihren Inhalt roth, wodurch sie zu Oosporen werden. — Nach Pringsheim erscheinen bei *Oedogonium* (und *Bulbochaete*) nach einigen Generationen durch Schwärmsporen erzeugter Individuen zuletzt solche, welche außer Schwärmsporen auch Oosporen entwickeln. An einzelnen Stellen des Fadens wird die obere kleinere Tochterzelle einer Gliederzelle unter kugeliger Anschwellung zum Oogonium; der vermehrte Inhalt formt sich zu einer Befruchtungskugel, die nur an der der Oeffnung der Zelle zugekehrten Stelle farblos ist. Das Oogonium erhält zur Seite des oberen Endes ein rundes Loch in der Membran oder öffnet sich daselbst

1) ☞ Seite 422, Note 5.

mittelst eines Querrisses (Fig. 501, E u. F). Durch diese Oeffnungen treten die Spermatozoiden ein und vermischen sich mit der farblosen Stelle der Befruchtungskugel. Diese sind wiederum den Schwärmsporen ganz ähnlich, nur viel kleiner. Sie werden bei manchen Arten in demselben Faden erzeugt, indem gewisse kurze, chlorophyllärmere Gliederzellen, Antheridienzellen genannt, durch eine Querwand in zwei Specialmutterzellen sich theilen, deren jede ihren Inhalt zu einem einzigen Spermatozoid ausbildet, welches dann ähnlich wie die Zoosporen entlassen wird (Fig. 501, D). Bei anderen Arten werden sie dagegen in besonderen Zwergpflänzchen gebildet, die nur aus wenigen Zellen bestehen und als Männchen bezeichnet werden. Die weibliche Pflanze erzeugt dann nämlich aus ähnlichen kurzen Gliederzellen (Fig. 501, E, an) je eine Schwärmspore, welche aber kleiner ist als die ungeschlechtlichen. Dieselben waren früher schon bekannt unter dem Namen Mikrogonidien; jetzt werden sie als Androsporen[1]) bezeichnet. Sie setzen sich, nachdem sie eine Weile geschwärmt haben, auf oder neben den Oogonien fest und entwickeln sich hier zu jenen Zwergpflänzchen, welche nur aus einer Basal- und einer Scheitelzelle bestehen; letztere theilt sich in 2 Specialmutterzellen, in denen wie im ersteren Falle Spermatozoiden erzeugt werden (Fig. 501, E u. F, m). Infolge der Befruchtung wird die Eikugel zur Oospore, wobei sich ihr Inhalt bei *Oedogonium* braun, bei *Bulbochaëte* roth färbt. Die Oosporen sind Dauerzellen, welche erst nach einer Ruheperiode, meist im folgenden Frühjahre keimen und direct oder nach einigen Zelltheilungen mehrere Schwärmsporen erzeugen; erst diese entwickeln sich zum neuen Thallus.

§. 162.

Fig. 501. **Oedogonium.**

A Stück eines Fadens mit zwei Zellen, deren Inhalt je eine Schwärmspore bildet; die obere Zelle zeigt die Geburt der Schwärmspore unter Aufreißen der Zellhaut. 350fach vergrößert.
B Eine ausgetretene, in Bewegung begriffene Schwärmspore mit dem Wimperkranze am vorderen Ende. Vergrößerung ebenso.
C Eine solche nach der Keimung; das vordere Ende bildet eine festsitzende gelappte scheibenförmige Ausbreitung der Zellmembran, das hintere wächst zum Faden aus. Vergrößerung ebenso.
D Ein Zellenfaden mit Antheridienzellen, welche Spermatozoiden z z erzeugen. 250fach vergrößert.
E Stück eines Fadens, dessen eine Gliederzelle ein Oogonium og darstellt. Bei an Antheridien, m ein am Oogonium festsitzendes Zwergmännchen. Vergrößerung ebenso.
F Ein Oogonium og und ein Zwergmännchen m stärker vergrößert. Letzteres ist geöffnet und hat ein Spermatozoid z in das Oogonium gelangen lassen, wo sich dasselbe mit der Befruchtungskugel o vermischt. Nach Pringsheim.

Literatur über Confervaceen. Pringsheim, Morphologie der Oedogonien, in Jahrb. f. wissensch. Botanik. I. — Cohn, Entwickelung und Fortpflanzung der Sphaeroplea annulina, in Monatsber. d. Berliner Akad. 1855. — Juranyi, in Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Botanik. IX, pag. 1. — Cramer, in Bot. Zeitg. 1871, Nr. 5 u. 6. — A. Dodel, Ulothrix zonata, in Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Botanik. X, pag. 417. — Cienkowsky, Palmellenzustand bei Stigeoclonium, in Bot. Zeitg. 1876, Nr. 2.

1) Zusammengesetzt aus ἀνήρ Mann und σπορά Spore.

6. Ordnung. Schlauchalgen. Siphonĕae (§. 156.).

§. 163. I. **Thallus.** Die Siphoneen sind wie die vorigen rein chlorophyllgrüne Algen, aber sie haben einen einzelligen Thallus. Trotzdem ist derselbe durch ansehnliche Größe und vollkommene sehr mannichfaltige Gestalten ausgezeichnet, indem hier ein Spitzenwachsthum der Zelle stattfindet, wodurch der Thallus den Gegensatz eines oberen und unteren Endes und vielfach Gestalten annimmt, welche mit den Gliedern einer höheren Pflanze die größte Aehnlichkeit haben. Bei der Keimung wachsen die Sporen nämlich nach der von der Unterlage abgewendeten Seite, also nach oben, in oft beträchtlich sich vergrößernde Schläuche mit grünem Protoplasma aus, während an der anderen Seite relativ kurz bleibende, regellos verzweigte Aussackungen mit farblosem Inhalte in das Substrat getrieben werden, die den Dienst von Wurzeln versehen, sogenannte Rhizoiden[1]. Der aufwachsende grüne Theil des Thallus hat je nach Gattungen verschiedene Formen. Nur zu einer keulenförmigen, nach unten stielartig verdünnten Blase wird er bei *Botrydium*. Bei *Valonia* trägt der blasige Hauptkörper ebenso gestaltete Aeste. Bei *Vaucheria* wird er aber infolge lange dauernden Spitzenwachsthumes zu cylindrischen, bis mehrere Centimeter langen Schläuchen, welche an einzelnen Punkten ebensolche Seitenäste entwickeln (Fig. 502.). *Acetabularia* hat ein im Substrat sitzendes und durch Rhizoiden befestigtes Basalstück, welches den perennirenden Theil der Pflanze darstellt, der alljährlich einen neuen schirmförmigen Sproß treibt. Letzterer ist ein cylindrischer Stamm mit strahlenförmig gestellten Aesten, welche sich zu einer schirmartigen Fläche aneinanderlegen. Bei *Bryŏpsis* ist die Zelle ein cylindrischer, unbegrenzt wachsender Stengel mit ebenso gestalteten Aesten, welche mit fadenförmigen Seitengliedern besetzt sind, die ein begrenztes Wachsthum haben und darin den Blättern höherer Gewächse vergleichbar sind, auch an den älteren Theilen der Stengel nach und nach abfallen. Am vollkommensten ahmt *Caulĕrpa* die höheren Pflanzenformen nach, indem ihr kriechender cylindrischer Stamm nach oben große, vielgestaltige blattförmige Gebilde von begrenztem Wachsthume, nach unten Rhizoiden entwickelt. In all diesen Fällen ist der Thallus eine einzige Zelle, da nirgends Querscheidewände in ihm vorhanden sind. Die höchste gestaltliche Complication erreicht die Zelle des Thallus von *Udotĕa*, welcher einen gestielten blattförmigen Körper darstellt, bestehend aus einem farblosen, anscheinend Zellgewebe bildenden Marke und einer grünen, ebenfalls gewebeähnlichen Rinde. Jenes wird aber nur von vereinigten, der Länge nach gerichteten Röhren gebildet, welche sich als Aeste einer einzigen Zelle erweisen und die nach außen viele läppchenartig dichtverästelte, chlorophyllhaltige Zweiglein treiben, deren Gesammtheit das täuschende Bild eines grünen Rindegewebes erzeugt.

II. **Fortpflanzung.** Außerordentlich mannichfaltig ist die Fortpflanzung bei *Botrydium*. Die auf feuchtem Boden an Teichrändern wachsenden jungen Keimpflanzen vermehren sich durch Theilung, indem der oberirdische Theil eine Ausstülpung bekommt, die ein Rhizoid in den Boden treibt und dann sich ganz von dem Mutterspross trennt. Wenn die Pflanzen aber in Wasser kommen, so werden sowohl die Keimpflanzen als auch die erwachsenen Pflanzen zu Zoosporangien, d. h. in der grünen Blase bilden sich zahlreiche Schwärmsporen mit je einer Wimper. Diese keimen auf feuchtem Boden und entwickeln sich zu neuen Pflanzen: im Wasser dagegen keimen sie nicht, sondern umgeben sich mit doppelter Membran und verbleiben als Ruhezustände, die aber auf feuchtem Boden aufkeimen. Eine andere Sporenbildung findet statt, wenn die Pflanzen der Trockenheit ausgesetzt werden: der Inhalt zerfällt in eine große Anzahl ruhender, mit Zellhaut und mit grünem, später roth gefärbtem Inhalt versehener Sporen (die man früher für eine besondere Alge hielt und *Protococcus coccōma* nannte). Diese Sporen behalten ihre Keimkraft ziemlich lange. In Wasser gebracht bilden sie Schwärmer, und diese haben sexuellen Charakter, indem sie zu zweien oder mehreren mit einander copuliren zu einer Zygospore[2], aus der dann wieder gewöhnliche Pflanzen hervorgehen. Eine besondere Bildung kann aus den erwachsenen Zoosporangien hervorgehen, wenn

1) ☞ Seite 400, Note 1. 2) ☞ Seite 395, Note 4.

§. 163.

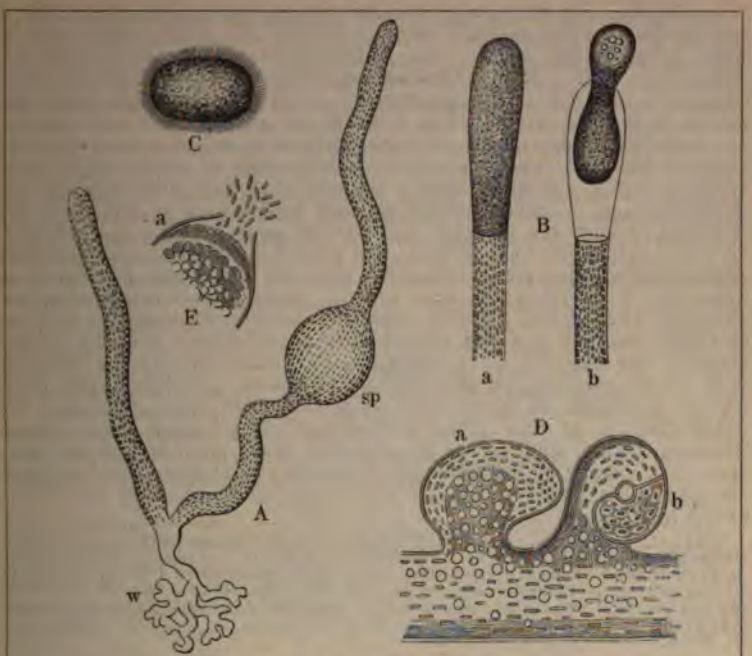


Fig. 502. **Vaucheria sessilis** Lyngb.

A Ein junges aus der Spore sp aufgekeimtes Individuum, nach aufwärts durch Chlorophyllkörner grün gefärbte Schläuche, nach unten ein wurzelartiges, mit farblosem Inhalte versehenes Rhizoid w entwickelnd. 30mal vergrößert.

B Schlauchenden, welche sich durch eine Querwand zu einem mit dichtem Inhalte erfüllten Zoosporangium (a) abgrenzen; bei b ein solches im Momente der Geburt der Schwärmspore. Stärker vergrößert.

C Eine Schwärmspore nach der Geburt, mit zahlreichen kurzen Cilien auf der ganzen Oberfläche.

D Stück eines Schlauches mit den an seiner Seite sitzenden Geschlechtsorganen. a das Oogonium, b das hörnchenförmige Antheridium, beide kurz vor der Befruchtung. 250fach vergrößert. Nach Pringsheim.

E Das Oogonium a im Momente der Befruchtung, wo die Spermatozoiden durch die geöffnete Spitze desselben eindringen. 250fach vergrößert. Nach Pringsheim.

dieselben der Sonne und der Trockenheit ausgesetzt werden. Der Zellinhalt zieht sich dann aus der Blase in die Rhizoiden zurück und zerfällt in diesen in mehrere Zellen, welche einen Ruhezustand darstellen und erst bei Wiedereintritt von Feuchtigkeit zu neuen Pflänzchen (Hypnosporangien[1]) sich entwickeln können, welche kleiner als die gewöhnlichen Pflanzen und dunkelolivengrün sind.

Von *Acetabularia* ist eine ähnliche Entwickelung wie bei *Botrydium* bekannt. Sie bildet aus dem Inhalt der Kammern des Schirmes (s. oben) zahlreiche, mit Zellmembran versehene ruhende Sporen. Aus der Keimung derselben gehen zahlreiche Schwärmsporen hervor. Diese copuliren, jedoch immer nur solche aus verschiedenen Sporen. Die Zygospore keimt dann zu einem neuen Pflänzchen auf.

Vaucheria weicht sowohl durch seine Schwärmsporenbildung als auch durch seine besonderen Geschlechtsorgane ab. Die Spitzen der Schläuche schwellen keulenförmig an, erfüllen sich dicht mit grünem Protoplasma und grenzen sich durch eine Querwand als besondere Zelle ab, welche ein Zoosporangium[2] darstellt

1) Zusammengesetzt aus ὕπνος Schlaf, Ruhe und sporangium, weil es Ruhezustände sind.
2) Ein Sporangium mit Zoosporen (☞ Seite 395, Note 5).

(Fig. 502, B). Der ganze Inhalt desselben wird zu einer einzigen großen, ovalen Schwärmspore, welche auf ihrer ganzen Oberfläche mit zahllosen wimperartigen Fäden besetzt ist (Fig. 502, C). Bei manchen Arten von *Vaucheria* wird der Inhalt dieser Zelle nicht als Schwärmspore geboren, sondern sogleich unter Umhüllung mit einer Zellhaut zu einer ruhenden, eingeschlossen bleibenden Spore; bei anderen schnüren sich angeschwollene Seitenäste des Thallus als ruhende Sporen ab. Nach kurzer Schwärmzeit werden die Zoosporen zu ruhenden, mit einer Zellmembran sich bekleidenden Sporen, welche sogleich wieder zu einem neuen Thallus aufkeimen können. Geschlechtsorgane treten meist nach einer Reihe geschlechtsloser Generationen auf. Dieselben entstehen als kurze Ausstülpungen an den Seiten der Schläuche, weibliche und männliche meist nahe bei einander (Fig. 502, D). Erstere, die Oogonien[1], sind schief eiförmige, mit grünem Protoplasma und Oeltropfen erfüllte Anschwellungen, die an ihrer Basis durch eine Scheidewand sich abgrenzen; letztere, die Antheridien[2], bilden dünnere, gerade oder hornartig gekrümmte Zweiglein, deren Endtheil ebenfalls durch eine Scheidewand abgegrenzt wird zu einer Zelle, deren fast oder ganz chlorophyllloses Protoplasma zu vielen sehr kleinen, länglichen und mit zwei Cilien versehenen Spermatozoiden[3] sich umformt. Diese werden durch Platzen des Antheridiums entleert. Zur selbigen Zeit öffnet sich das Oogonium an seiner Spitze durch Erweichung seiner Membran; der Inhalt zieht sich zu einer grünen Befruchtungskugel zusammen, deren an der Mündung liegender Theil farblos ist. Mit dieser Stelle vermischen sich die Spermatozoiden, wodurch die Befruchtungskugel befruchtet wird; sie umgiebt sich darauf mit einer Zellhaut und wird so zur Oospore[4], welche erst nach einer Ruheperiode keimt.

Literatur über Siphoneen. Pringsheim, Befruchtung und Keimung der Algen. Berlin 1855. — Derselbe, Jahrb. f. wissensch. Botanik. II. — Walz, in Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Botanik. V. — Woronin, in Botanische Zeitg. 1869, Nr. 9 u. 10. — Pringsheim, in Monatsberichte der Berliner Akad., Mai 1871. — Rostafinski und Woronin, Ueber Botrydium granulatum, in Botanische Zeitg. 1877, Nr. 41 u. 42. — de Bary und Straßburger, Acetabularia mediterranea, in Botanische Zeitg. 1877, Nr. 45—47.

7. Ordnung. **Volvocineen** (§. 156.).

§. 164. Die Volvocineen sind einzellige, chlorophyllgrüne Algen, deren Zellen kein Spitzenwachsthum, daher annähernd kugelrunde Form haben und durch ihren dauernden Schwärmerzustand sich auszeichnen. Sie haben nämlich gleich Schwärmsporen lange Wimpern, welche durch die Zellhaut hervorragen und durch ihre Schwingungen die Alge in kreisende und fortschreitende Bewegung versetzen. Bei *Haematocōccus* und *Chlamidomōnas* leben die Individuen einzeln, bei den übrigen sind sie verbunden zu sogenannten Familien. Diese sind bei *Gonĭum* tafelförmig viereckig, bei den übrigen kugelförmig (Fig. 503.). In den Familien vermehren sich die Individuen, nachdem sie vorher ihre Wimpern verloren haben, durch successive Zweitheilung. Die Tochterzellen bekommen dann neue Wimpern, und indem die gemeinsam die Tochterzellen umschließende Membran von den letzteren sich wie eine Blase abhebt, ist aus jeder Zelle der ursprünglichen Familie eine neue von derselben Form geworden. So enthält zu gewisser Zeit die alte so viele junge in ihr umherschwärmende Familien, als sie anfangs Zellen hatte. Die jungen Familien werden später durch Auflösung der gemeinsamen Hülle frei, und so kann der Vorgang mehrere Generationen hindurch sich wiederholen.

Die Fortpflanzung ist bei *Haematocōccus* eine geschlechtslose. Das Protoplasma der Zelle zerfällt meist in vier große Schwärmsporen (Makrozoosporen[5] oder Makrogonidien[6]). Außerdem findet auch Bildung von Mikrozoosporen[7] oder Mikrogonidien[8] statt, wobei die Zelle in 32 kleine, röthliche Schwärmer zerfällt. Diese sind ebenso wie jene, und zwar ohne mit einander zu copuliren, keimfähig.

1) ☞ Seite 394, Note 2. 2) ☞ Seite 346, Note 1. 3) ☞ Seite 346, Note 2. 4) ☞ Seite 395, Note 1. 5) zusammengesetzt aus μακρός groß und Zoospore (☞ Seite 395, Note 5). 6) zusammengesetzt aus μακρός groß und gonidium Diminutiv von γόνος die Geburt, das Junge. 7) zusammengesetzt aus μικρός klein und Zoospore (☞ Seite 395, Note 5). 8) zusammengesetzt aus μικρός klein und gonidium (☞ Note 6).

§. 164. Bei einer zweiten Abtheilung besteht der Geschlechtsact in einer Copulation gleichgestalteter Schwärmsporen. Dahin gehören *Chlamidomōnas*, *Pandorīna* und wahrscheinlich *Gonium* und *Stephanosphaera*. Die erstgenannte Gattung bildet durch Viertheilung Makrogonidien, welche die geschlechtslose Fortpflanzung bewirken. Manche Individuen erzeugen 8 oder 16 Mikrogonidien; diese copuliren paarweise und bilden so eine keimfähige Zygospore[1]. Bei *Pandorīna* lösen sich vor dem Geschlechtsacte die schwärmenden Familien auf, die Zellen erzeugen Mikrogonidien, welche sich ebenso wie vorerwähnt verhalten. Die Zygosporen dieser Abtheilung sind mit Zellhaut und rothem Inhalt versehene Kugeln, welche nach einer Ruheperiode ergrünen, und aus ihrem Inhalte vier Makrogonidien (*Chlamidomōnas*) oder eine einzige Schwärmspore erzeugen, aus der durch Theilung wieder eine neue Familie hervorgeht (*Pandorīna*).

Einen Geschlechtsact mit differenten sexuellen Schwärmsporen, Oosporen und Spermatozoiden, hat *Volvox* und *Eudorīna*. Hier enthalten die Familien außer ungeschlechtlichen Zellen, welche in der oben erwähnten Weise durch Theilung zu Tochterfamilien werden, nur männliche und weibliche Zellen; und bei *Volvox* bleibt außerdem der bei weitem größte Theil der Zellen der Familie steril, indem sie auch im ausgewachsenen Zustande zur Vermehrung unfähig sind (Fig. 503.). Die weiblichen Zellen (Gynogonidien[2]) sind durch beträchtliche Größe und flaschenförmige Gestalt ausgezeichnet; ihr Halstheil liegt der Hüllhaut der Familie an. Die männlichen Zellen (Androgonidien[3]) erleiden eine successive Zweitheilung, wodurch jede zu einem scheibenförmigen Bündel von Zellchen wird, die an ihrem oberen farblosen Theile zwei lange Cilien erhalten. Die Scheiben schwärmen in der Mutterblase umher, später lösen sie sich in die einzelnen Zellchen auf, die dann einzeln umherschwärmen, um die weiblichen Zellen sich ansammeln und mit diesen sich

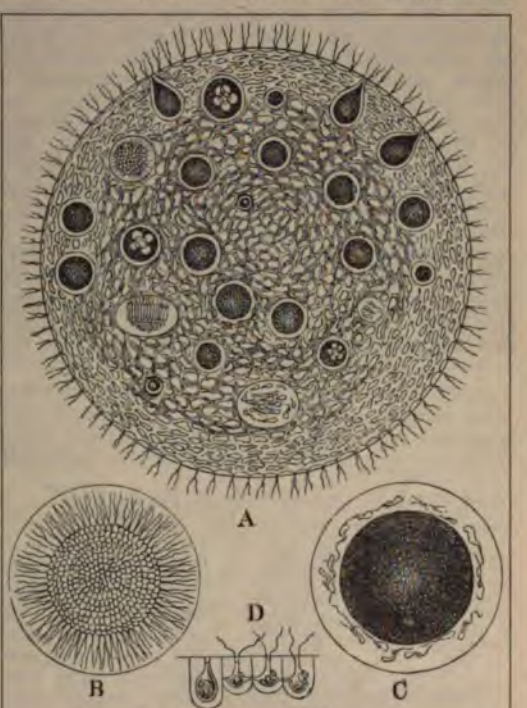


Fig. 503. **Volvox globātor.**

A Die kugelförmige Familie; am Rande sind die vorgestreckten Wimpern der zahlreichen Zellen zu sehen, im Innern die größeren weiblichen Zellen und einige Bündel männlicher Zellen. 100fach vergrößert.
B Ein Bündel männlicher Zellen. 600fach vergrößert.
C Eine weibliche Zelle von einer Anzahl männlicher umschwärmt. 400fach vergrößert.
D Kleines Stück aus der Peripherie der Volvox-Kugel, mit kleinen geschlechtslosen Zellen und deren Wimpern. 800fach vergrößert. Nach Cohn.

1) ☞ Seite 395, Note 4. 2) zusammengesetzt aus γυνή Weib und gonidium (☞ Seite 422, Note 6). 3) zusammengesetzt aus ἀνήρ Mann und gonidium (Seite 422, Note 6).

vereinigen, worauf jene ſich abrunden, eine Zellmembran mit ſternförmigen Fortſätzen bekommen, Oeltropfen und Stärkekörner in ihrem Inhalte erzeugen und dadurch zu Ooſporen werden. Dieſe bleiben nach Auflöſung der Familienhülle iſolirt; es ſind Dauerzellen, aus denen nach längerer Ruhe eine neue *Volvox*-Familie hervorgeht.

Literatur über Volvocineen. Cohn, Bau und Fortpflanzung von Volvox globator, in Berichte d. Verh. d. ſchleſ. Geſ. f. vaterl. Cultur 1856 und Ann. des sc. nat. 1857, pag. 323. — Cohn und Wichura, Ueber Stephanosphaera pluvialis, in Nov. Act. Ac. Leop. Carol. XXVI, pag. 1. — Pringsheim, in Monatsber. d. Berliner Akad., October 1869. — Cohn, Entwickelungsgeſchichte der Gattung Volvox, in Beitr. zur Biologie d. Pfl. 3. Heft, pag. 93. — Roſtafinski, Haematococcus lacustris, in Mém. de la soc. des sc. nat. de Cherbourg 1875.

8. Ordnung. **Hydrodictyeen** (§. 156.).

§. 165. Dieſe kleine Gruppe chlorophyllgrüner einzelliger Algen ſchließt ſich den vorigen am nächſten an, nur kommen die Familien, zu denen die Individuen vereinigt ſind, nicht durch ſucceſſive Theilungen einer urſprünglich einzelnen Zelle, ſondern dadurch zuſtande, daß frei ſchwärmende Zooſporen ſich ſpäter in beſtimmter Weiſe zuſammenordnen und Vereinigungen bilden, die man als Coenobien (coenobium [1]) von den echten Familien jener Algen unterſcheidet. Das Coenobium von *Pediastrum* iſt eine einſchichtige, tafelförmige Roſette, gebildet aus einem oder mehreren Kreiſen von 8—64 Zellen, welche meiſt in radialer Richtung zweilappig ſind und daher nur mit den Ecken zuſammenhängen, ſo daß die Familie durchlöchert erſcheint. *Coelastrum* und *Sorastrum* haben aus ähnlichen Zellen beſtehende, aber körperförmige, ſphäriſche Coenobien. Bei *Pediastrum* iſt die eigenthümliche Entſtehung dieſer Familien genau bekannt: jede Zelle differenzirt ihr grünes Protoplasma infolge ſucceſſiver Zweitheilung in eine Anzahl Schwärmſporen; durch einen Membranriß tritt der ganze Inhalt der Zelle aus als eine zarte Blaſe, in welcher nun die darin ſich herumtummelnden Schwärmſporen zu einer neuen *Pediastrum*-Familie ſich anordnen, zur Ruhe kommen, um bald zu

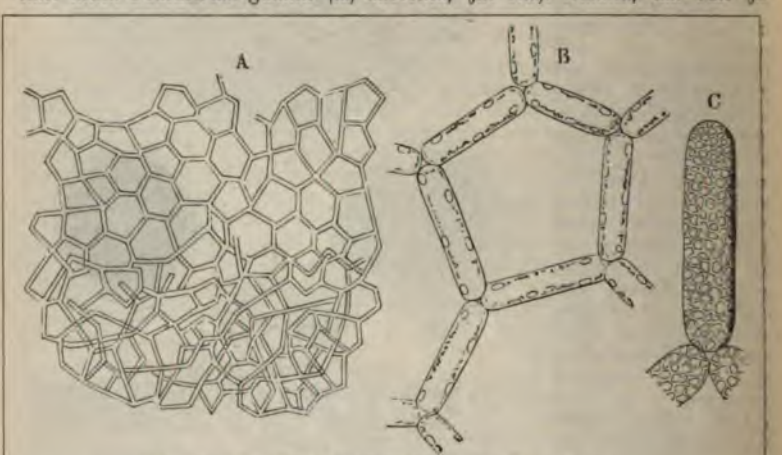


Fig. 504. **Das Waſſernetz** (*Hydrodictyon utriculatum* Roth.).
A Stück eines hohlſackartigen Netzes, ſchwach vergrößert.
B Eine Maſche dieſes Netzes, um die ſchlauchförmigen Zellen zu zeigen, aus denen es zuſammengeſetzt iſt, ſtärker vergrößert.
C Eine eben ſolche Zelle, deren Inhalt ſich in Schwärmſporen umgewandelt hatte, die ſich bereits wieder zu einem neuen kleinen hohlſackartigen Netze noch innerhalb der Mutterzelle vereinigt haben. Stark vergrößert.

1) Zuſammengeſetzt aus κοινός gemeinſam und βίος Leben.

vollkommenen Zellen sich auszubilden, während die blasige Hülle schwindet. Die merkwürdigste coenobienbildende Alge ist das Wassernetz (*Hydrodictyon*). Es hat schlauchförmige Zellen, die mit ihren Enden zu einem Netze von polyedrischen Maschen verknüpft sind, welches die Gestalt eines länglichen Hohlsackes hat (Fig. 504, A u. B). Jede dieser Zellen erzeugt Schwärmsporen durch simultane Zertheilung des ganzen grünen Protoplasma; dieselben werden aber nicht geboren, sondern ordnen sich schon innerhalb der Mutterzelle zu einem neuen kleinen Netze (Fig. 504, C), welches nach Auflösung der Mutterzellhaut infolge beträchtlichen Wachsthums jeder einzelnen Zelle allmählich zu normaler Größe sich ausdehnt, und darauf den Proceß von neuem beginnen kann. Außer diesen jedenfalls geschlechtslosen Makrogonidien[1] sind aber noch andere Schwärmsporen bekannt, welche Mikrogonidien[2] heißen. Manche Zellen bilden nämlich kleinere Schwärmsporen in ungeheurer Zahl, zu 30,000—100,000 in einer einzigen Zelle. Diese copuliren innerhalb der Mutterzelle oder während des Austrittes aus derselben, zu zwei oder mehreren, sind also sexuellen Charakters, und darin zeigt sich also die Uebereinstimmung mit den Volvocineen. Die so gebildeten Zygosporen werden zu ruhenden Zellen, Dauersporen, welche erst nach einer Ruheperiode, in welcher sie auch Trockenheit vertragen, zu neuer Vegetation gelangen. Letztere beginnt mit einem beträchtlichen Wachsthum der Spore, worauf ihr Inhalt in zwei bis vier große Schwärmsporen zerfällt. Jede derselben wird nach kurzem Schwärmen zu einer polyedrischen Zelle mit in lange hornartige Fortsätze ausgezogenen Ecken. Diese Zellen wachsen wiederum beträchtlich; endlich tritt ihr Inhalt, umgeben von der inneren Zellhautschicht, als ein blasenförmiger Sack hervor und formt sich in zahlreiche Schwärmsporen um, die sich innerhalb der Blase zu einem neuen, kleinen *Hydrodictyon*-Netze gruppiren. Ob eine analoge Entwickelung bei den übrigen Gattungen stattfindet, ist noch unbekannt.

Literatur über Hydrodictyeen. A. Braun, Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851, pag. 146, 173. — Pringsheim, in Monatsber. d. Berliner Akad. 13. Dec. 1860.

9. Ordnung. **Palmellaceen** (§. 156.).

Hier vereinigen wir gegenwärtig diejenigen chlorophyllgrünen, nicht mit Spitzenwachsthum begabten einzelligen Algen, welche entweder als isolirte, ruhende, meist festsitzende Individuen leben oder ruhende Familien bilden, welche durch fortgesetzte Zelltheilung entstehen. Schwärmsporenbildung ist von einigen bekannt, aber keine sexuelle Fortpflanzung. §. 166.

Die Zellen sind rundlich, bis nierenförmig; seltener gestreckt. Meistens leben sie in Familien beisammen, welche gallertartige Lager darstellen, weil die äußeren Membranschichten zu einer zusammenfließenden Gallert aufquellen, welche entweder homogen (*Palmella*, *Tetraspora*) oder concentrisch geschichtet ist mit in einander geschachtelten Zellengenerationen (*Gloeocystis*). Die größeren Gallertlager sind meist gestaltlos, bei *Hydrurus* vielfach ästig zertheilt. Bei der Theilung aller dieser Algen zerfällt die Zelle in zwei gleiche Hälften, welche sogleich wieder die Gestalt und Größe der Mutterzelle annehmen und auseinanderrücken, indem die zwischen ihnen entstandene Scheidewand gallertig aufquillt; die Individuen liegen isolirt in der Gallert. Die Theilung geschieht meist abwechselnd in zwei oder drei verschiedenen Raumrichtungen; nur in einer Richtung erfolgt sie bei *Hormospora*, wo die Zellen daher reihenförmig geordnet erscheinen. Manche bilden keine Gallertmembranen, so z. B. *Pleurococcus vulgaris* (Fig. 505.), dessen

Fig. 505. **Pleurococcus vulgaris** Menegh.

A Eine aus mehreren in Theilung begriffenen Zellen bestehende Familie.

B Eine einzelne Zelle, welche sich in zwei Tochterzellen getheilt hat, in denen bereits eine neue gegen die vorige senkrechte Theilung sich vorbereitet.

C Die vier aus einer solchen Theilung hervorgegangenen ausgebildeten Tochterzellen, sich von einander trennend. Stark vergrößert.

1) Zusammengesetzt aus μακρός groß und gonidium (Seite 422, Note 6). 2) μικρός klein und gonidium (Note 1).

Zellen auf der Oberfläche feuchter Stellen an der Luft leben und hier zu krümeligen oder ſtaubigen Ueberzügen angehäuft ſind. Es giebt auch Palmellaceen, welche nur kleine Familien bilden, die aus 2, 4 bis 16 von einer gemeinſamen Gallerthülle umgebenen Zellen beſtehen, wie *Schizochlāmys* und *Nephrocytium*. Bei *Apiocȳstis* iſt die Mutterzelle eine gallertartige, an der Baſis feſtſitzende Blaſe, in welcher die durch Theilung entſtandenen runden Zellchen eingeſchloſſen ſind. Bei *Raphidium* bilden die ſpindel- oder nadelförmigen Zellen kleine Bündel, bei *Scenedēsmus* kurz bandförmige Familien. Bei *Sciadium* aber treibt die am Grunde feſtſitzende, ſchlauchförmige Mutterzelle am freien Ende ſchirmartig geſtellte Zweige, deren jeder zu einer ähnlichen Zelle wird (Fig. 506.) und abermals in gleicher Weiſe ſchirmartig vereinigte Tochterzellen bilden kann. Die iſolirt lebenden Palmellaceen haben ungefähr kugelige (*Protocōccus*, *Cystocōccus*, *Chlorochytrĭum*) oder längliche bis ſchlauchförmige, gerade oder krumme Zellen, welche dann häufig mit einer ſtielartigen Verdünnung des einen Endes feſtſitzen (*Ophiocytĭum*, *Characĭum*, *Codiŏlum*).

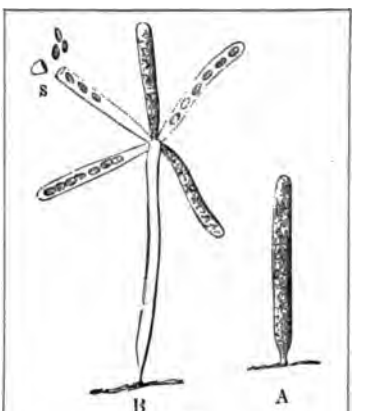


Fig. 506.

Sciadium Arbuscŭla A. Br.

A Ein junges einzelliges Individuum, mit verdünntem unteren Ende auf der Unterlage aufſitzend.

B Ein erwachſenes Individuum, welches mehrere ſchirmſtrahlenartig geſtellte Zweige trägt, von welchen einige ihren Inhalt in Schwärmſporen umgebildet haben, welche aus der einen Zelle, die ſich bei s eben durch deckelartiges Abtrennen ihrer Spitze geöffnet hat, austreten. Stark vergrößert.

Viele Palmellaceen haben die Fähigkeit, ſich durch Schwärmſporen zu vermehren. Letztere entſtehen durch Zerfall des Protoplasmas und werden geboren, indem die Mutterzellhaut ſich auflöſt oder in beſtimmter Form öffnet (Fig. 506.). Soweit bekannt, ſetzen ſich dieſelben feſt und werden zu einer neuen Pflanze beziehendlich durch Theilung zu einer neuen Familie. Bei *Characĭum* hat man ſogar zweierlei Schwärmer, Makro- und Mikrozooſporen[1]) gefunden, die hier beide die Fähigkeit zu keimen haben und wohl nicht ſexuell ſind.

Uebrigens iſt von manchen freizelligen Palmellaceen, z. B. *Characĭum*, beobachtet, daß ſie durch Vergallertung in eine Familie, den *Palmĕlla*- oder *Gloeocȳstis*-Zuſtand übergehen können, was ſogar von Confervaceen (☞ S. 416) bekannt iſt. Gleichwohl iſt es nicht erwieſen, ob Palmelleen ſämmtlich nur Zuſtände anderer Algen ſind, wie überhaupt von den meiſten Palmellaceen die vollſtändige Entwickelung noch unbekannt iſt.

10. Ordnung. Conjugaten[1]) (§. 156.).

§. 167. Die Conjugaten ſind chlorophyllgrüne einzellige Algen ohne Spitzenwachsthum, aber von allen Algen dieſer Art ſehr beſtimmt unterſchieden durch den Mangel der Schwärmſporenbildung und durch eine für ſie charakteriſtiſche Form der ſexuellen Zeugung, die Conjugation.

Die Familie der **Desmidieen** iſt an der eigenthümlichen, ſymmetriſch zweihälftigen Geſtalt ihrer Zellen leicht zu erkennen. Jede Zelle beſteht nämlich aus zwei durch eine, oft ſehr tiefe Einſchnürung abgegrenzten, gleichen Hälften, iſt ſphäriſch, oder länglich bis ſtabförmig, oder halbmondförmig, oder abgeplattet und dabei im Umriſſe kreisrund oder rectangulär, oft durch radiale Einſchnitte am Rande gelappt bis ſternförmig. Die Zelltheilung erfolgt wie bei den Diatomaceen (§. 168.) ſo, daß die auftretende Scheidewand die beiden ſymmetriſchen Zellenhälften ſcheidet und

1) ☞ Seite 422, Note 5 u. 7. 2) wegen der Fortpflanzung durch Conjugation (Seite 427).

daß dieselben von einander geschoben werden, indem jede die verloren gegangene Hälfte durch Neubildung ersetzt. Die Scheidewand erscheint nämlich immer in der eingeschnürten Stelle der Desmidiee und differenzirt sich in zwei Lamellen, die sich gegen einander vorwölben und indem sie immer weiter sich ausdehnen, endlich zur Größe und Form einer neuen Zellenhälfte heranwachsen, während die alte Zellenhälfte unverändert bleibt (Fig. 507.). Auch der Inhalt der Zelle wächst aus der alten in die neue Hälfte hinüber, und damit ist jedes der beiden Tochterindividuen wieder vollständig geworden. Die meisten Desmidieen finden sich einzeln und freilebend; bei manchen aber bleiben die durch Theilung auseinander entstandenen Individuen zu bandförmigen Familien vereinigt, wie bei *Desmidium* u. a. — Die **Zygnemeen** weichen dadurch von der vorigen Familie ab, daß sie cylindrische, stets zu langen, unverzweigten Fäden verbundene Zellen haben. Diese Fäden sind wieder als Familien, jede Zelle als ein Individuum zu betrachten. Letztere lassen zwar nicht zwei symmetrische Hälften wie bei den Desmidieen erkennen, sondern sind gleichmäßig cylindrisch; aber bei ihrer Theilung treten Erscheinungen ein, welche an den Typus jener Familie erinnern. Die beiden Lamellen der in der Mitte der cylindrischen Zelle gebildeten Querscheidewand wölben sich ebenfalls gegeneinander vor und wachsen der Richtung der Zellenachse parallel in die Fläche. An dieser Ausdehnung werden sie bisweilen dadurch gehindert, daß die äußere Hautschicht der Mutterzelle über die Querwand hinweggeht, ohne entsprechend mit zu wachsen; daher schlagen sich dann die Membranen der wachsenden Zellenstücke faltig nach dem Hohlraum der Zelle zurück und können sich erst dann ausstülpen, wenn der Faden an dieser Stelle zwischen den beiden Tochterzellen zerreißt. — Der Zelleninhalt der Conjugaten ist ein mit deutlichem Zellkern versehenes Protoplasma, welches den Zellraum entweder ganz ausfüllt, oder häufiger Safträume enthält und dann eine wandständige Schicht bildet, von welcher Platten oder Fäden durch den Zellraum gehen, in welchen dann der Zellkern schwebt. Bei manchen Desmidieen ist das ganze Protoplasma mit Chlorophyll gleichmäßig gefärbt, meistens aber kommen die verschiedenartigsten Formen von Chlorophyllkörpern vor (§. 35.). Dies sind bei vielen Desmidieen, z. B. bei *Closterium*, von der Zellachse ausgehende radial gerichtete Platten; bei den Zygnemeen bilden sie entweder einen in der Zellhöhle schwebenden, den Zellkern enthaltenden Stern, wie bei *Zygnēma*, oder unter der Zellwand liegende Längsbinden (*Syrogonium*) oder Spiralbänder mit gezackten Rändern (*Spirogȳra*) (Fig. 508.). Sehr verbreitet finden sich Stärkekörner, welche in den Chlorophyllkörpern auftreten.

§. 167.

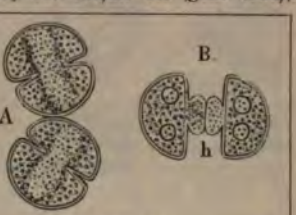


Fig. 507.

Cosmarium Botrytis Menegh.

A Zwei vollständige Individuen, jedes aus zwei symmetrischen Hälften bestehend.

B Ein Individuum in Vermehrung durch Theilung begriffen; bei h entstehen an jeder Tochterzelle die neuen anderen Hälften durch Neubildung. 190fach vergrößert. Nach de Bary.

Die geschlechtliche Fortpflanzung der Conjugaten ist die Conjugation[1] oder Copulation[2], die im Pflanzenreiche zuerst an diesen Algen entdeckt wurde. Bei der Zygnemeengattung *Spirogȳra* geschieht die Conjugation zwischen den gegenüberstehenden Zellen je zweier parallel nebeneinander liegender Fäden, gewöhnlich gleichzeitig zwischen mehreren, bisweilen zwischen sämmtlichen Zellen beider Fäden. Beide Zellen treiben an correspondirenden Stellen Ausstackungen, die sich gegeneinander richten (Fig. 508, A) und mit ihren Spitzen verwachsen; es lösen sich daselbst die trennenden Membranstücke auf, wodurch eine schlauchförmige offene Verbindung zwischen den beiden Zellen, der Copulationsschlauch, gebildet wird. Darauf zieht sich in beiden der Inhalt zu einem gerundeten Ballen zusammen, und der Inhalt der einen Zelle strömt nun langsam durch den Copulationsschlauch in die andere Zelle hinüber (Fig. 508, B), wo er sogleich mit dem Inhaltsballen jener

1) Von conjugāre verbinden. 2) von copŭla Band, copulāre zusammenkoppeln.

Fig. 508. **Spirogyra longata** Ktz.

A Zwei Zellen zweier nebeneinander liegender Fäden mit ihren spiralbandförmigen Chlorophyllkörpern und den an Protoplasmafäden aufgehängten Zellkernen. In der Mitte haben die Zellen zwei gegeneinander gerichtete Auswüchse getrieben, welche zur Copulation bestimmt sind. 350fach vergrößert.
B Zwei Fäden, an denen zwei Zellenpaare in Copulation begriffen sind. Bei a strömt soeben der Inhalt der einen Zelle durch den Copulationsschlauch in die andere Zelle hinüber. Bei b haben sich beide Inhalte schon in einer Zelle vereinigt. Vergrößerung ebenso.
C Zwei Zellen mit den durch Copulation gebildeten, mit einer Zellhaut umkleideten Zygosporen c. Vergrößerung ebenso. Nach Sachs.

§. 167. sich vereinigt zu einem einzigen größeren, der dann ungefähr sphärische Gestalt annimmt, sich mit einer geschichteten Zellmembran umgiebt und dadurch zu einer Zygospore[1] wird, welche frei in der Höhle der Mutterzelle liegt (Fig. 508, C). Bei anderen Zygnemeen, wie bei *Mougeotia* und *Syrogonium*, wird kein Copulationsschlauch getrieben, sondern die sich copulirenden Zellen der Fäden kommen unter Annahme gegeneinander gerichteter Kniebiegungen unmittelbar in Berührung, worauf die trennende Membranstelle aufgelöst wird. Bei *Mesocarpus* macht der Copulationsschlauch in seiner Mitte eine bauchige Erweiterung, in welcher die Inhalte beider Zellen zusammenfließen und sich zur Zygospore ausbilden. Bei *Rhynchonema* und *Pleurocarpus* erfolgt die Copulation zwischen zwei in der Continuität desselben Fadens aufeinanderfolgenden Zellen mittelst eines Copulationsschlauches, welcher auswendig von dem Ende der einen zu dem zugekehrten der anderen Zelle reicht. Die Desmidieen legen sich behufs der Conjugation paarweise in gekreuzter Stellung mit ihren Breitseiten aneinander, die zu Bändern vereinigten nachdem sie zuvor in die einzelnen Individuen zerfallen sind. Aus der Mitte der beiden Zellen wächst die innere Zellhautschicht blasenartig hervor; beide Blasen verwachsen miteinander, lösen das trennende Stück ihrer Membranen auf und werden dadurch zu einer einzigen, in welche sich die Inhalte beider Zellen ergießen und eine Zygospore bilden. Man hat auch beobachtet, daß ohne Eintreten einer Copulation nur von der einen Zelle eine Ausstülpung getrieben wird, deren Inhalt eine Spore (Parthenospore[2]) erzeugt, die im übrigen den Zygosporen gleicht. Die Zygosporen haben gleichmäßig grün gefärbtes Protoplasma oder besondere Chlorophyllkörper; die Stärkekörner sind bisweilen verschwunden und an ihre Stelle Tropfen eines rothen Oels getreten. Diese Sporen keimen erst nach einer Ruheperiode. Bei den Desmidieen geschieht die Ausbildung der Zygospore zu einem zweihälftigen Individuum dadurch, daß dieselbe aus ihrer aufberstenden äußeren Membranschicht hervortritt, ihr Inhalt sich contrahirt und mit einer neuen Membran umkleidet. Der Inhalt dieser Keimzelle theilt sich in zwei

1) ☞ Seite 395, Note 4. 2) zusammengesetzt aus παρθένος Jungfrau und σπορά Spore, weil letztere in diesem Falle parthenogenetisch (☞ Seite 402, Note 3) entsteht.

Hälften, jede der letzteren bildet sich zu einer neuen vollständigen Desmidie aus, welche zu ihrem Nachbarindividuum in gekreuzter Stellung liegt und nach Auflösung der Membran der Keimzelle frei wird. Bei den Zygnemeen wächst die Zygospore unter Abstreifung ihrer äußeren Zellhautschicht direct zu einem neuen Faden aus, indem sie die typischen Zelltheilungen beginnt.

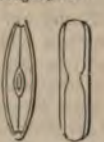
Literatur über Conjugaten: de Bary, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig 1858.

11. Ordnung. **Diatomaceen** (§. 156.).

§. 168. Die Diatomaceen, früher auch Stabthierchen, Bacillarien genannt, weil fälschlich zum Thierreiche gerechnet, sind gleich den Conjugaten einzellige Algen ohne Schwärmsporen und mit sexueller Fortpflanzung in der Form der Conjugation, aber sie unterscheiden sich außer anderen Momenten besonders durch ihre eigenthümlichen das Chlorophyll begleitenden Farbstoffe. Sie leben im Wasser entweder frei schwimmend oder an anderen Gegenständen festsitzend, bisweilen auch reihenförmig zu Bändern oder Tafeln vereinigt. Die Gestalt der Zellen läßt bei aller Mannichfaltigkeit doch zwei symmetrische Hälften unterscheiden. Die Ebene, welche beide trennt, ist zugleich diejenige, in welcher die Theilung der Zelle in zwei Tochterzellen erfolgt. Diejenigen beiden gegenüberliegenden Seiten, welche dieser Ebene parallel sind und mit welchen also die Diatomaceen, wenn sie vereinigt bleiben, aneinander liegen, nennt man die Hauptseiten, die beiden andern, welche jene beiderseits verbinden, die Nebenseiten (vgl. Fig. 510. u. 511.). Manche Diatomaceen haben die Gestalt kreisrunder Scheibchen, die bald eben (*Cyclotella*), bald sattelförmig verbogen sind (*Campylodiscus*); die kreisförmigen Seiten sind die Hauptseiten. Andere gleichen rectangulären Plättchen oder Stäbchen, wie *Fragillaria*, *Diatoma* (Fig. 509.), *Synedra*, *Tabellaria*, *Bacillaria* ꝛc., wo die schmalen Seiten die Hauptseiten darstellen, so daß die Individuen, wenn sie verbunden bleiben, Tafeln oder Bänder bilden; oder die Plättchen haben keilförmige Gestalt, wie bei *Gomphonema* (Fig. 511.) und *Meridion*, so daß die Individuen, wenn sie verbunden bleiben, sich zu kreisförmigen Familien ordnen müssen. Sehr verbreitet sind längliche oder elliptische oder kahnförmige Gestalten, meist mit geradliniger Längsachse, wie bei *Cocconeis*, *Navicula* (Fig. 510.), *Pinnularia*, *Stauroneis*, *Frustulia* ꝛc. doch auch mit S-förmig begrenzten Hauptseiten, wie bei *Pleurosigma* (Fig. 512.). Viele festsitzende Diatomaceen scheiden Schleim aus, in welchem sie eingebettet sind. Andere sind dagegen nur mit dem einen schmalen Ende auf ihrer Unterlage befestigt vermittelst einer daselbst gebildeten gallertartigen Ausscheidung der Zellmembran. Diese stellt einen kleinen polsterförmigen Fuß dar bei *Synedra* und *Nitzschia*, oder einen langen, dünnen Stiel, der manchmal sogar dichotom getheilt ist, bei *Gomphonema* (Fig. 511.). Manche leben freischwimmend im Wasser, so besonders *Navicula*, *Pinnularia* ꝛc.; diese zeigen meist eine in der Richtung ihrer Längsachse vor- und rückwärts gleitende Ortsbewegung, welche nicht durch äußerlich sichtbare Organe bedingt und deren Mechanismus überhaupt noch nicht aufgeklärt ist.

Fig. 509.

Eine **Diatoma**, plättchenförmige zu bandartigen, verbrochenen Reihen vereinigte Individuen. Stark vergrößert.



a b

Fig. 510.

Navicula viridula Ktz.

Zwei freischwimmende Individuen, a von der Hauptseite, b von der Nebenseite gesehen. Stark vergrößert.

Die Zellmembran aller Diatomaceen ist durch ihren reichen Gehalt an Kieselsäure ausgezeichnet, welche an den feinsten Structureigenthümlichkeiten derselben Theil hat und welche dem Feuer und der Fäulniß widersteht, daher diese sogenannten Schalen oder Kieselpanzer abgestorbener Diatomaceen sich auf dem Grunde

§. 168. der Gewässer ansammeln und auch im fossilen Zustande erhalten sind. Die Cellulose der Membran läßt sich von der Kieselsäure durch Behandlung mit Flußsäure befreien. Die Oberfläche der Membran besitzt eine regelmäßige Structur. Diese giebt sich zunächst zu erkennen in der Anwesenheit einer Längs- oder einer Querbinde, d. s. wulstartige Verdickungen der Membran, die in der Längs-, beziehendlich Querrichtung auf den beiden Haupt- oder auf den Nebenseiten oder auch an den Kanten sichtbar sind (Fig. 512.), oder von starken Buckeln, von denen häufig einer oder auch mehrere auf der Mitte oder in der Mittellinie der Haupt- oder der Nebenseiten, oder auch an den beiden Enden der Zelle stehen. Außerdem besitzt die Membran noch eine sehr feine Zeichnung, die über ihre ganze Fläche sich erstreckt und als ein System sehr feiner, sich kreuzender, schiefer Streifen erscheint (Fig. 512.). Ueber die Natur derselben hat man sehr verschiedene Ansichten gehabt; erst in der neuesten Zeit sind dieselben aber vermittelst der stärksten und besten Objective unserer Mikroskope, besonders durch die Untersuchungen von O. Müller und Flögel aufgeklärt worden. Hiernach hat man bis jetzt folgende Structurtypen nachweisen können. Bei *Triceratium* kommt die netzförmige Zeichnung dadurch zustande, daß zwischen einer inneren und einer äußeren Lamelle der Zellmembran ein System hohler Kammern vorhanden ist, welches gebildet wird von Netzleisten, die zwischen beiden Lamellen stehen und polygonale Räume umschließen. Während die innere Membranlamelle geschlossen ist, ist die äußere über jeder polygonalen Kammer nach außen geöffnet, indem auf den freien Außenkanten der Leisten schmale membranöse Krempen stehen, welche ein weites Maschenwerk mit kreisrunden Oeffnungen hervorbringen. Bei *Pleurosigma* beruht die Zeichnung auf der gleichen Structur, nur sind hier die Kammern auch nach außen geschlossen. Die Hohlräumchen in der Membran von *Pinnularia* haben nur an der inneren Membranlamelle einen kurzen kanalartigen Zugang. *Isthmia* endlich zeigt nur eine einfache Membran, welche an der Außenseite schwache punktförmige Erhebungen besitzt. Die sehr geringen Dimensionen dieser Zeichnungen mögen aus der Angabe erhellen, daß bei *Pleurosigma angulatum* die Distanz der Längsstreifen 0,51 Mikromillimeter (à $^1/_{1000}$ mm), die der Querstreifen 0,53 Mikromillimeter beträgt. Der Zelleninhalt besteht aus Protoplasma mit Zellkern und wässeriger Flüssigkeit, oft auch mit Oeltropfen. Mit dem ledergelben bis braunen Pigment (Diatomin), welches ein Gemenge aus Chlorophyll und Phykoxanthin (S. 66) ist, sind meist nur gewisse Theile des Protoplasmas gefärbt, nämlich entweder nur körnige oder klumpenförmige Partien oder Platten oder Bänder, welche die Zelle durchsetzen.

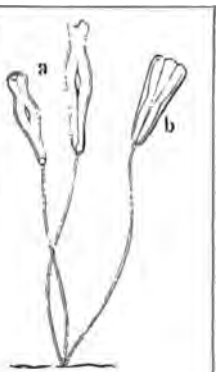


Fig. 511.

Gomphonēma constrictum Ehrb., auf langen Stielen festsitzende Individuen, a von der Hauptseite, b von der keilförmigen Nebenseite gesehen. Stark vergrößert.

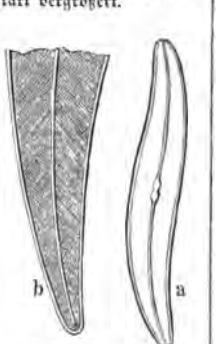


Fig. 512.

Pleurosīgma angulātum W. Sm.

a Ein vollständiges freischwimmendes Individuum, ungefähr 200fach vergrößert.

b Ein Stück der Schale, 500fach vergrößert, zeigt die beiden sich kreuzenden sehr feinen Liniensysteme. Am Rande und in der Mitte stehen starke Verdickungen als Längsbinden; die mittlere zeigt bei a zwei Buckel in der Mitte.

Eigenthümlich ist die Zelltheilung der Diatomaceen. Darauf beruht die sonderbare Thatsache, daß ihre Zellhaut aus zwei gesonderten symmetrischen Hälften von ungleichem Alter und etwas ungleicher Größe besteht, indem die ältere wie ein Schachteldeckel mit ihren Rändern auf die Ränder der jüngeren geschoben ist. Die beiden symmetrischen Hälften nennt man die Schalen,

die einander umschließenden Ränder die Gürtelbänder. Die Theilung beginnt damit, daß die beiden Schalen ihre Gürtelbänder von einander abschieben; dann zerfällt der Zelleninhalt in zwei Tochterzellen durch eine Scheidewand, welche sich an die Grenze der Gürtelbänder ansetzt. Jede Hälfte ergänzt nun, um wieder zu einem vollständigen Individuum zu werden, die durch die Theilung ihr verloren gegangene andere Hälfte; die entstandene Scheidewand spaltet sich nämlich in zwei Lamellen, und jede derselben wächst zu einer neuen Zellenhälfte heran, wodurch die beiden Hälften der ursprünglichen Mutterzelle auseinander geschoben werden. Dabei bildet sich also an jeder Tochterzelle nicht nur ein neues Schalenstück, sondern auch ein neues Gürtelband. Nun ist es aber ausnahmsloses Gesetz, daß das neue Gürtelband stets in dasjenige der älteren Zellhauthälfte eingeschoben ist, daß also jede neue Zellenhälfte entsprechend kürzer ist, als die zugehörige ältere. Man hat nachgewiesen, daß auch späterhin kein weiteres Wachsthum stattfindet. Daraus folgt, daß mit jeder neuen Theilung kleinere Individuen erzeugt werden; man findet auch in der That die Individuen einer und derselben Art gewöhnlich von verschiedenen Größen und wenn dieselben zu Bändern vereinigt sind, an den letzteren Abstufungen in der Länge der Zellen, so daß die Bänder von wellenförmigen Linien begrenzt werden. Diese Verkleinerung geschieht nach folgendem Gesetz. Nennt man die Längendifferenz der beiden Hälften einer Diatomaceenzelle 2γ, so ist nach einmaliger Theilung die Längendifferenz zwischen der umschließenden Zellhauthälfte der einen Tochterzelle und der umschlossenen Hälfte der anderen Tochterzelle $= 4\gamma$, nach zweimaliger Theilung der Unterschied zwischen jener und einer eingeschachtelten Hälfte der letzteren $= 6\gamma$ u. s. f. Selbstverständlich bleibt die Länge der umschließenden Membranhälfte jeder Stammzelle sich immer gleich, mag die Theilung noch so oft vor sich gehen. Bezeichnet man diese Länge mit Z_1, die Länge der von ihr umschlossenen Hälfte mit Z_2, diejenige der Zellhauthälfte, welche nach erfolgter Theilung von der Hälfte Z_2 umschlossen wird, mit Z_3, u. s. f., so ist

$Z_2 = Z_1 - 2\gamma$ nach einmaliger Theilung,
$Z_3 = Z_1 - 4\gamma$ „ zweimaliger „
$Z_4 = Z_1 - 6\gamma$ „ dreimaliger „
$Z_n = Z_1 - 2(n-1)\gamma$ nach $(n-1)$ maliger Theilung.

Nach der ersten Theilung erhalten wir zwei, d. i. 2^1 Zellen, die eine von der Länge Z_1, die andere von der Länge Z_2; bei der zweiten Theilung 4, d. i. 2^2 Zellen und zwar 1 von der Länge Z_1, 2 von der Länge Z_2, und 1 von der Länge Z_3, bei der vierten Theilung 16, d. i. 2^4 Zellen, und zwar $1Z_1$, $4Z_2$, $6Z_3$, $4Z_4$ und $1Z_5$, bei der n ten Theilung eine Reihe von 2^n Zellen. Es erhellt hieraus, daß Individuen mittlerer Länge in größter, diejenigen von größerer und von geringerer Länge in abnehmender, und die größten und kleinsten Formen in geringster Anzahl gebildet werden. Die Verkleinerung der Individuen schreitet aber nur bis zu einem gewissen Grade fort; dann werden durch einen neuen eigenthümlichen Proceß plötzlich wieder große Individuen, die sogenannten Auxosporen[1] erzeugt, deren Bildung auf verschiedene Weise erfolgt. Der Inhalt der kleinen Zellen verläßt nämlich die

§. 168.

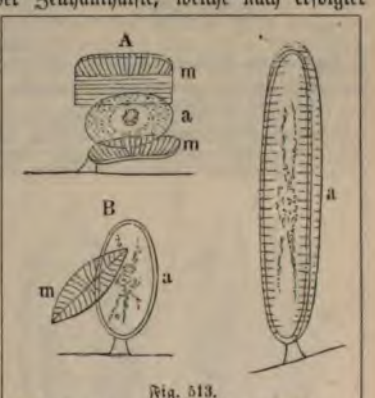


Fig. 513.

Achnanthes subsessilis Ktz. Bildung einer einzigen **Auxospore** aus je einer Mutterzelle.

A Die auseinandergeschobenen Schalen m m der Mutterzelle, welche mit einem kurzen Stielchen festsitzt, lassen den Inhalt a austreten.

B Der zu einer jungen Auxospore a vergrößerte Inhalt, der bereits ein festsitzendes Stielchen bekommen hat; m eine der beiden Schalen der Mutterzelle.

C Eine weiter vergrößerte Auxospore a, welche bereits die Structur der Zellhaut annimmt. 360 fach vergrößert. Nach Lüders.

1) Abgeleitet von αὐξάνειν vermehren, vergrößern und σπορά Spore.

auseinanderfallenden Schalen und vergrößert sich entweder durch bloßes Wachsthum um ein Bedeutendes, oft bis zur doppelten Länge der Mutterzelle, worauf sich die Auxospore mit neuen Schalen umgiebt (Fig. 513.). Oder es werden aus einer Mutterzelle zwei Auxosporen gebildet, indem der Inhalt, bevor er sich aus der Schale befreit, in zwei nebeneinanderliegende Hälften sich theilt, deren jede dann unter beträchtlicher Streckung zu einer Spore sich ausbildet. Während dies auf ungeschlechtlichem Wege geschieht, können die Auxosporen aber auch durch Conjugation (S. 427) entstehen. Es treten dann je zwei kleine Zellen zusammen und legen sich parallel aneinander; eine jede sprengt ihre Schale, und die Inhalte beider, häufig in einen zu dieser Zeit ausgeschiedenen Schleim eingebettet, vereinigen sich zu einer Auxospore, welche zwischen den beiden verlassenen Schalen liegt (Fig. 514.) und in diesem Falle also durch die Vereinigung zweier Zellen und zugleich durch Wachsthum die ursprüngliche Maximalgröße wieder erreicht. Eine dritte Bildungsweise hält zwischen diesen beiden Arten die Mitte: es legen sich nämlich zwar auch die kleinen Zellen paarweise aneinander und scheiden eine gemeinsame Gallert aus, aber die beiden aus den gesprengten Schalen befreiten Inhalte vereinigen sich nicht, sondern liegen nur ohne sich zu berühren nebeneinander, und jede wird zu einer Auxospore (Fig. 515.).

Literatur über Diatomaceen: Lüders, in Botan. Zeitg. 1862, Nr. 7. — Flögel, in Schulze's Archiv f. mikrosk. Anatomie 1870, pag. 472. — Otto Müller, in Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin 17. Oct. 1871. — Weiß, Bau und Structur der Diatomaceen, in Sitzungsber. d. Wiener Akad. 9. Febr. 1871. — Pfitzer, in Hansteins Botan. Abhandl. Bonn 1871. — Schmitz, in Botan. Zeitg. 1872 Nr. 14.

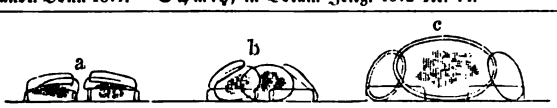


Fig. 514.

Cocconēis pediculus Ehrb. Bildung der **Auxospore** durch wirkliche **Conjugation.**

a Zwei nebeneinandersitzende Individuen, deren Schalen sich aufspalten und die ihren Inhalt zu entlassen beginnen.
b Ein späterer Zustand, in welchem die durch Wachsthum vergrößerten beiden Inhalte mit einander in Berührung gekommen sind.
c Beide Inhalte haben sich zu einer Auxospore vereinigt, welche zwischen den auseinandergeschobenen Schalen der Mutterzellen liegt. 360fach vergrößert. Nach Lüders.

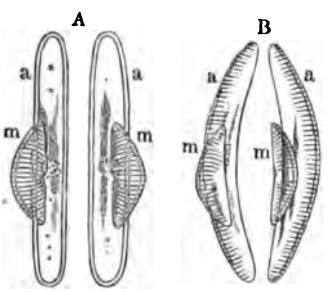


Fig. 515.

Bildung der **Auxosporen** von **Coccon**ē**ma cistula** Ehrb.

A Zwei nebeneinanderliegende Mutterzellschalen mm, aus denen der Inhalt ausgetreten und sich zu je einer langgestreckten Auxospore a a vergrößert hat.
B Ein späterer Zustand, in welchem die Auxosporen bereits die typische Gestalt und Structur des *Cocconēma* anzunehmen beginnen. Bezeichnung dieselbe. 360fach vergrößert. Nach Lüders.

12. Ordnung. Phykochromhaltige Algen. Phycochromacēae[1] (§. 156.).

§. 169. Die Phykochromaceen sind einzellige Algen mit einem homogenen, nicht mit Zellenkern versehenen und gleichmäßig gefärbten Protoplasma. Meist ist dies ein blaugrüner Farbstoff, der ein Gemenge von Chlorophyll, Phykocyan und Phykoxanthin (S. 66) darstellt. Doch giebt es solche Algen auch von schmutziggrüner

1) Mit Phykochrom (Seite 66, Note 6) versehen.

oder bräunlicher Farbe, was wahrscheinlich von ungleicher Menge der genannten Pigmente herrührt. Auch kommen Phykochromaceen von anderer, pfirsichblütrother Farbe vor, und bisweilen zugleich ohne Chlorophyll, so daß diese eigentlich zu den Schizomyceten (§. 195.) gehören, welche überhaupt von den Phykochromaceen kaum zu trennen sind, da sie abgesehen von dem Mangel des Chlorophylls mit diesen, besonders in allen morphologischen Punkten, wie Zelltheilung und Bildung von Sporenzellen übereinstimmen, und zwar so vollständig, daß für viele Phykochromaceen die morphologisch entsprechenden farblosen Formen unter den Schizomyceten zu finden sind. Charakteristisch für die Phykochromaceen ist ihre Vermehrung durch Spaltung, d. h. durch wiederholte Zweitheilung der Zellen, wobei die Tochterzellen Form und Größe der Mutterzellen annehmen und dann wieder in Theilung übergehen. Fast immer bleiben die Individuen mit einander verbunden, indem die jedesmalige gemeinsame Mutterzellhaut gallertig aufquillt. Diese Algen leben daher meist in gallertigen Kolonien vereinigt. Zoosporen fehlen zwar in der Regel; doch nehmen manche, z. B. *Clathrocystis roseopersicina*, zeitweilig einen Schwärmzustand an, indem sowohl isolirte Individuen, als auch diejenigen ganzer Kolonien, bewegliche Cilien bekommen. Bei der Familie der *Chroococcaceae* sind die Individuen meist nach allen Richtungen des Raumes mit einander zu kugelrunden oder unregelmäßig ausgebreiteten Gallertlagern vereinigt, weil die bei der Theilung auftretenden Scheidewände successiv nach den drei Raumrichtungen abwechseln (*Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Coelosphaerium*, *Polycoccus* u. a.) oder weil zwar die Theilung immer nur nach einer Richtung stattfindet, die Zellen aber in der Gallert sich so verschieben, daß sie sich ohne Ordnung häufen. Bei *Merismopedia* dagegen theilen sich die Zellen in gleichem Tempo abwechselnd nach zwei Richtungen, so daß einschichtige tafelförmige Kolonien von rectangulärer Gestalt gebildet werden. Die aufgequollenen äußeren Membranschichten der Zellen sind entweder ganz homogen oder concentrisch geschichtet. Im letzteren Falle erscheinen die einzelnen Generationen in einander geschachtelt, wie bei *Gloeocapsa* (Fig. 516.). §. 169.

Bei den **Oscillariaceae** sind die Zellen reihenförmig zu meist geraden, cylindrischen Fäden verbunden, welche kein Spitzenwachsthum und keine Astbildung haben und aus lauter gleichen kurz scheibenförmigen Zellen bestehen, welche sich nur in der Richtung des Fadens theilen, wodurch die Verlängerung desselben bedingt wird (Fig. 517.). Die Zellmembranen sind oft mehr oder weniger gallert-

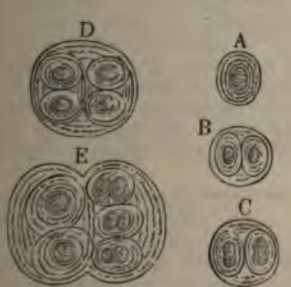


Fig. 516.
Gloeocapsa polydermatica Kz.

A bis E verschiedene Entwickelungszustände einer einfachen Zelle (A) zu mehrzelligen Familien durch wiederholte Zweitheilung der Zelle nach verschiedenen Richtungen und concentrische Schichtenbildung der gallertartigen Zellmembranen, wodurch die einzelnen Generationen in einander geschachtelt werden. Stark vergrößert.

Fig. 517. **Der grüne Schwingfaden** (*Oscillaria viridis* Vauch.).

A Eine Anzahl beisammen liegender Fäden.
B Ein Faden stärker vergrößert, um die kurzen Gliederzellen zu zeigen, aus denen er zusammengesetzt ist.

§. 169. artig aufgequollen, und dann liegen die Fäden einzeln oder bündelweise in Gallertscheiden, wie besonders bei *Phormidium*. Die Fäden vieler Oscillariaceen haben eine vor- und rückwärtsschleichende Bewegung, welche mit einem Hinundherschwingen der Enden verbunden ist. Das Letztere wird hervorgebracht durch eine Veränderung der Spannung der Zellmembranen, indem von je zwei gegenüberliegenden Seiten des Fadens die eine sich zusammenzieht, die andere sich ausdehnt, welcher Zustand successiv an allen Seiten des Fadens eintritt.

Die **Nostocacĕae** haben ebenfalls reihenförmig verbundene Zellen, aber die Fäden sind gewunden und perlschnurförmig, indem die Zellen kugelrunde Gestalt haben; sie liegen stets in Gallert, die durch Aufquellen der äußeren Membranschichten entsteht. Hier haben einzelne Zellen in den Fäden andere Beschaffenheit als die übrigen Gliederzellen; sie stehen in größeren Abständen und sind durch etwas größeren Durchmesser, dickere Membranen, wässerigen, farblosen Inhalt und durch ihre Theilungsunfähigkeit von den übrigen unterschieden; sie werden Grenz- oder Interstitialzellen oder Heterocysten[1] genannt (Fig. 518.).

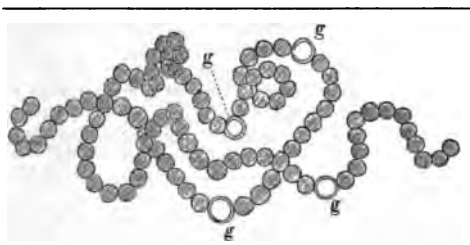


Fig. 518.
Das gemeine Nostok
(*Nostoc commune* Vauch.).
Eine perlschnurförmige in Gallert liegende Zellreihe, gebildet aus kugelrunden, blaugrünen Gliederzellen, welche durch Theilung sich vermehren; stellenweise liegen die inhaltsleeren farblosen Grenzzellen g, welche theilungsunfähig sind. Stark vergrößert.

Bei den **Rivulariacĕae** sitzen die Grenzzellen am unteren Ende der Fäden, welche hier radial um einen Punkt gestellt sind und an ihrem peripherischen Ende in ein aus langen und dünnen, farblosen Zellen bestehendes Haar auslaufen (Fig. 519.). Die Fäden sind einem runden oder lappigen, gallertigen Lager, welches durch Aufquellen der äußeren Membranschichten entsteht, eingebettet.

Die **Scytonemĕae** haben gleichmäßig cylindrische, denen der Oscillariaceen ähnliche Fäden mit kurzen, fast scheibenförmigen Gliederzellen, sind aber ebenfalls durch Heterocysten ausgezeichnet, welche in der Continuität der Fäden in größeren Abständen auftreten und oft zu zwei oder mehreren so beisammen stehen, daß sie die sogleich zu erwähnenden Sporenzellen zwischen sich haben. Da die Grenzzellen die Verlängerung des gerade bleibenden Fadens hindern, so schieben sich die durch fortwährende Theilung der Gliederzellen wachsenden Zellenreihen an den Grenzzellen seitlich vorbei und erscheinen so als falsche Aeste. Die Fäden sind auch hier in Gallertscheiden, die bisweilen in einander geschachtelte Schichten bilden, eingeschlossen.

Die **Sirosiphonĕae** sind von den vorigen durch ihre wahre Astbildung unterschieden. Diese kommt dadurch zustande, daß manche Gliederzellen durch eine der Fadenachse gleichgerichtete Scheidewand in zwei neben einander liegende Zellen sich theilen, deren eine die Theilung in der gleichen Richtung mehrmals wiederholt und dadurch zu einem rechtwinklig zum Hauptfaden gerichteten Ast auswächst, ein Vorgang, der das Analogon der gleich zu erwähnenden Vermehrungsweise mancher anderer Phykochromaceen darstellt.

Die **Fortpflanzung der Phykochromaceen** ist, soweit bekannt, nur eine ungeschlechtliche. Von dieser giebt es zwei Arten. Bereits bei vielen Phykochromaceen ist die Vermehrung durch sogenannte Hormogonien[2] beobachtet, d. s. Fadenstücke, in welche der Faden zerfällt, und welche aus dem Gallertlager, beziehendlich aus den Scheiden der Fäden sich herausbewegen, um nach einiger Zeit zu neuen

1) Zusammengesetzt aus ἕτερος anders und κύστις Blase, weil diese Zellen anders als die Gliederzellen sind. 2) zusammengesetzt aus ὅρμος Schnur, hier der schnurförmige Algenfaden, und γόνος die Geburt, die Zeugung, das Junge.

§. 169.

Kolonien sich zu entwickeln. Bei *Nostoc* geschieht dies dadurch, daß nachdem die Fadenstücke unter Zurücklassung der Grenzzellen aus der Gallert ausgetreten sind, die sich isolirenden Gliederzellen eine wiederholte Theilung erleiden, welche rechtwinklig zur früheren gerichtet ist. Dadurch entstehen kurze Fäden, deren Wachsthumsrichtung senkrecht auf derjenigen des Mutterfadens steht. Indem diese Fäden sich verlängern, krümmen sie sich, legen sich mit ihren Enden aneinander und werden so zum gewundenen, alsbald auch Gallert bildenden Nostokfaden, in welchem dann einzelne Gliederzellen unmittelbar zu Grenzzellen sich umwandeln, indem sie ihren Inhalt verlieren u. s. w. Bei *Rivularia* und *Calöthrix* bilden sich die Hormogonien aus den oberen Zellen des Fadens, unterhalb des Haares, wobei die Hormogonien aus einer verschiedenen Anzahl von Gliederzellen bestehen können. Letztere färben sich intensiver und schwellen an; dann fällt das Haar ab, und die Hormogonien schlüpfen aus der Scheide des Mutterfadens heraus. Der stehengebliebene Theil des letzteren verlängert sich dann, indem seine Zellen fortfahren sich zu theilen, und wächst in die leere Gallertscheide hinein, worauf sein Ende sich wieder in ein Haar verlängert; die Hormogonienbildung kann dann wieder beginnen. Die frei gewordenen Hormogonien verbreiten sich durch ihre Bewegung im Wasser und setzen sich dann wieder fest, wobei sie eine neue Scheide absondern und die eine endständige Gliederzelle sich zu einem Heterocyst umwandelt, die des anderen Endes zu einem Haar auswächst.

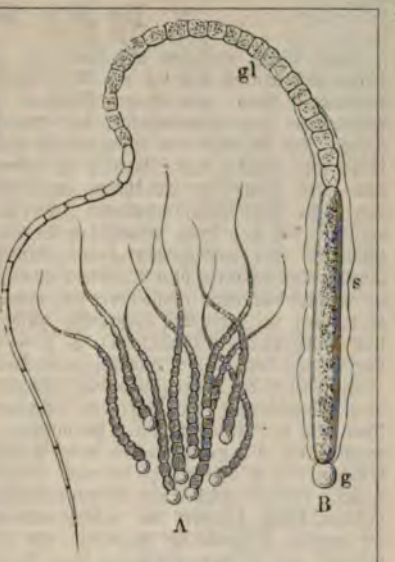


Fig. 519.

A **Der gemeine Bachfaden** (*Rivularia Pisum* Ag.). Eine Anzahl Fäden aus einem Gallertstocke, in welchem diese mit ihren unteren durch eine Grenzzelle abgeschlossenen Enden dem Centrum, mit ihren hyalinen, peitschenförmigen Enden der Peripherie zugekehrt angeordnet sind. Die erste auf die farblose Grenzzelle folgende Gliederzelle vergrößert sich später zu einer Sporenzelle. Stark vergrößert.

B **Gloeotrichia Sprengeliäna** Ag. (*Rivularia Sprengeliäna* Ktz.). Ein einzelner Faden, dessen erste über der Grenzzelle g stehende Gliederzelle zu einer lang walzenförmigen Sporenzelle s geworden ist, deren äußere Membranschicht eine Schleimhülle bildet. Die Gliederzellen gl sind zum Theil in Theilung begriffen, gegen das Ende zu werden sie farblos und immer dünner und bilden so das peitschenförmige Ende des Fadens. 200fach vergrößert.

Außerdem pflanzen sich viele Phykochromaceen, besonders die Rivulariaceen, Scytonomeen, Sirosiphoneen und Nostochaceen durch Sporenzellen oder Dauersporen fort. Es wird dann eine der Grenzzelle zunächst liegende Gliederzelle länger und dicker, bekommt dichteren Inhalt und stärkere Membran als die übrigen. Diese Sporenzelle steht daher bei den Rivulariaceen an der Basis des Fadens (Fig. 519, B, s), bei den übrigen interstitiell zwischen zwei Grenzzellen. Wenn die Kolonie abstirbt, so bleiben nur die Dauersporen übrig. Nach einer Ruheperiode keimen dieselben, indem sie sich durch wiederholte Quertheilung zunächst zu einem Faden verlängern, der dann wieder durch Hormogonienbildung sich zu einer neuen Kolonie entwickelt.

Literatur über Phykochromaceen. de Bary, in Flora 1863, pag. 553. — Cohn, in Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 3. Heft. Breslau 1875. — Janczewski, Observations sur la reproduction de quelques Nostochacées, in Ann. des sc. nat. 5 Tom. XIX, pag. 119. — Bornet und Thuret, Notes algologiques. Paris 1880.

II. Die Pilze, Mycētes, Fungi.

§. 170. Unter Pilzen verstehen wir sämmtliche chlorophyllosen Thallophyten und finden daher hier ähnlich wie bei den Algen eine Menge der verschiedenartigsten Formen vereinigt. Das gemeinsame Merkmal des Chlorophyllmangels bedingt aber gemeinsame Eigenthümlichkeiten der Ernährung und daher des Vorkommens der Pilze. Der Mangel des Chlorophylls macht diese Pflanzen unfähig, aus Kohlensäure und Wasser das Material zu ihren organischen Bestandtheilen zu schöpfen und weist ihnen eine Ernährung aus vorgebildeten organischen Verbindungen an. Die Pilze sind deshalb entweder Fäulnißbewohner (Saprophyten), d. h. sie ernähren sich aus jenen organischen Verbindungen, welche bei der Zersetzung vegetabilischer oder animalischer Körper entstehen, sie leben daher auf abgestorbenen Theilen von Pflanzen oder Thieren oder auf einem Erdboden oder sonstigen Substrat, in welchem derartige Stoffe verwesen, oder in Flüssigkeiten, in denen organische Verbindungen in Zersetzung (Fäulniß, Gährung ꝛc.) begriffen sind. Oder die Pilze sind Schmarotzer (Parasiten), d. h. sie leben auf oder in den Körpern lebender Wesen, von den Säften und Bestandtheilen derselben zehrend.

Hinsichtlich der Organisation des Thallus lassen sich mehrere wesentlich verschiedene Abtheilungen der Pilze im weiteren Sinne unterscheiden, wie zum Theil schon aus der Uebersicht der Thallophyten, S. 398, zu ersehen ist. Am meisten weichen die Myxomyceten oder Schleimpilze ab, als eine zwischen dem Pflanzen- und Thierreiche stehende Gruppe von Organismen, welche aus einer nackten, frei beweglichen und in Gestaltsveränderungen begriffenen Protoplasmamasse (Plasmodium) bestehen, die zuletzt, entweder mit einer Hülle umgeben oder auch im nackten Zustande in zahlreiche, mit Zellmembranen versehene Keime (Sporen) zerfällt. Die Schizomyceten oder Spaltpilze zeigen zwar den Typus echter Pflanzenzellen, sind aber dadurch von den übrigen Pilzen sehr verschieden, daß es mikroskopisch kleine, einzellige Individuen sind, deren Zellen einzeln oder in Kolonien verbunden leben und kein Spitzenwachsthum besitzen, sondern immer nur durch Zweitheilung der Zelle (Spaltung) sich vermehren, also den Phykochromaceen unter den Algen entsprechen, von denen sie sich eigentlich nur durch den Mangel des Chlorophylls unterscheiden. Auf alle übrigen chlorophyllosen Thallophyten könnte man die Bezeichnung eigentliche Pilze oder Schwämme beschränken, weil zu ihnen diejenigen Pflanzen gehören, die man von jeher mit diesen Namen bezeichnet hat und welche in der That auch gewisse gemeinsame Merkmale besitzen. Auf der niedrigsten Stufe sehen wir zwar auch hier das Individuum nur aus einer einzigen Zelle bestehen, welche kein Spitzenwachsthum und keine Differenzirung in vegetative und reproductive Organe zeigt. So ist es bei den mikroskopisch kleinen Chytridiaceen, deren meist annähernd kugelige Zelle anfangs nur für die Ernährung functionirt und bis zu einer gewissen Größe heranwächst, nachher unmittelbar durch Bildung von Schwärmsporen zum Fortpflanzungsorgan wird, so daß wir in den Chytridiaceen die mit den Palmellaceen unter den Algen parallel stehende Reihe erkennen. Aber wie unter den Algen nimmt auch hier bereits auf den nächst höheren Stufen der zunächst noch einzellige Thallus durch Spitzenwachsthum die Form eines Schlauches oder Fadens an und gewinnt zugleich die Differenzirung besonderer Fortpflanzungsorgane. Bei den Saprolegniaceen und Peronosporeen, sowie den Zygomyceten ist der an den Spitzen wachsende und seitlich sich verzweigende Schlauch einzellig, wie bei den Siphoneen unter den Algen. Bei den übrigen Pilzen entwickelt sich derselbe zu einem aus einer Zellenreihe bestehenden, also durch Querscheidewände gegliederten Faden, indem er, während er an seiner Spitze in die Länge wächst, ein Stück hinter derselben successiv Querscheidewände bildet, mit anderen Worten eine mehr oder minder lang gestreckte Scheitelzelle besitzt, welche während ihres Längenwachsthums Gliederzellen abgrenzt. Die Verzweigung ist meistens monopodial (§. 67.); bei einzelligen Schläuchen entstehen die Zweige als seitliche Ausstackungen der Zelle, so daß der Thallus mit seinen sämmtlichen Auszweigungen eine einzige Zelle darstellt; bei gegliederten Fäden treiben in der Regel die Gliederzellen die zu den Zweigen werdenden seitlichen Ausstackungen, und letztere grenzen sich dann bald durch eine

§. 170.

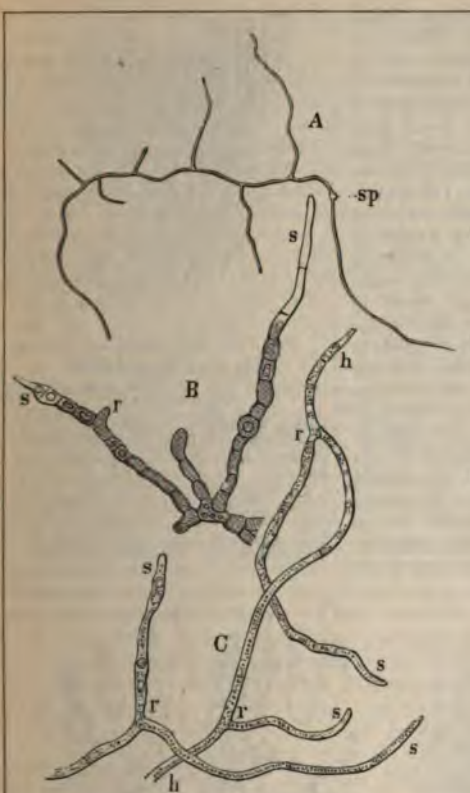


Fig. 520.
Pilzhyphen.
A Aus einer Spore sp aufgekeimtes junges Mycelium von *Penicillium glaucum*, eine verzweigte Hyphe bildend. Vergrößert.
B Stück eines Myceliums von *Cladosporium*. s s die Scheitelzellen der Hyphen, durch welche letztere in die Länge wachsen. Bei r Astbildung. Stark vergrößert.
C Stück eines Myceliums desselben Pilzes in Flüssigkeit erwachsen, aus lang gestreckten Gliederzellen bestehend. Bei h h die Hyphe abgeschnitten. Bei r r r Astbildung. s die Scheitelzellen, durch welche die Fäden sich verlängern. Stark vergrößert.

Scheidewand an ihrer Basis von der Gliederzelle ab. In der Regel werden diese Zweige seitlich aus dem der Spitze des ganzen Fadens zugekehrten Ende getrieben (Fig. 520, B). Diese farblosen, schlauch- oder fadenförmigen Zellen oder Zellenreihen nennt man bei den Pilzen Hyphen, Pilzfäden oder Fäden (hyphae). Sie stellen das einzige Elementarorgan bei sämmtlichen Pilzen dar. Bei vielen kleineren Pilzformen bilden nämlich diese Hyphen frei von einander wachsend den Thallus, während bei den größeren, massigen Schwämmen der ganze Körper aus zahllosen Hyphen zusammengesetzt ist, die hier in verschiedener Weise mit einander verbunden sind, meist in der Art, daß dieselben parallel neben einander liegen oder vielfach durcheinander geschlungen sind. Ein solcher Pilzkörper wächst dadurch, daß die einzelnen Fäden durch Spitzenwachsthum sich verlängern und daß neue Zweige derselben theils zwischen die vorhandenen sich eindrängen, theils den oberflächlichen sich außen anlegen. Die besonderen Gesetze dieser Wachsthumsprocesse sind je nach Abtheilungen und selbst nach Gattungen verschieden und bedingen die Mannichfaltigkeit der Gestaltsverhältnisse jener größeren Schwämme. Das Zellengewebe dieser Körper weicht hiernach von demjenigen höherer Pflanzen wesentlich ab, indem es ein Fadengeflecht darstellt, welches man als Filzgewebe (tela[1] contexta[2]) bezeichnet (Fig. 521.). Dabei vereinigen sich bisweilen

1) Gewebe. 2) contexĕre zusammenweben.

§. 170. die Hyphen ſehr feſt mit einander und theilen ſich in kurze Gliederzellen; dieſe nehmen eine rundliche oder polyedriſche Geſtalt an und verſchieben ſich derart, daß das Gewebe auf dem Durchſchnitte einem Parenchym höherer Gewächſe ähnlich ſieht, obgleich es auf ganz andere Weiſe als dieſes entſtanden iſt; man nennt dieſe Form des Gewebes Scheinparenchym oder Pſeudoparenchym[1] (Fig. 522.). — Eine anſcheinend von der Hyphenbildung ſehr abweichende Form der Pilzzellen ergiebt ſich bei der ſogenannten hefeartigen Sproſſung (S. 77), welche beſonders bei den Hefepilzen zu finden iſt (Fig. 523.). Die Zellen haben hier runde oder längliche Geſtalt und treiben an ihren Enden immer wieder ſolche Zellen, die ſich durch Abſchnürung auch von einander trennen können. Im Grunde iſt aber der Vorgang ganz derſelbe wie bei der Hyphenbildung, nur daß hier die Gliederzellen ſehr kurz und an ihren Grenzen eingeſchnürt ſind. Denn auch dieſe Ketten hefeartiger Zellen wachſen an ihren Enden in die Länge und verzweigen ſich aus ihren Gliederzellen; letzteres iſt in der beiſtehenden Figur

Fig. 521.
Stück eines Längsſchnittes durch den Hut des hellen Löcherpilzes (*Polyporus lucidus*),
190fach vergrößert, veranſchaulicht die für die Pilze charakteriſtiſche Structur des Zellengewebes, die als Filzgewebe bezeichnet wird. Die unregelmäßig verflochtenen Hyphen (m), aus denen das Innere beſteht, nehmen gegen die Oberfläche zu mehr parallele und ſenkrecht zur Oberfläche gerichtete Lage, größere Dicke und Feſtigkeit an (c). Nach de Bary.

Fig. 522.
Pſeudoparenchym aus dem **Thallus einer Flechte**, unterhalb eines Apotheciums, zeigt bei h noch deutlich den Verlauf der Fäden, zwiſchen denen hier mehrere Gonidien liegen, und die aber weiter nach p zu durch immer dichtere Verflechtung die Form des Pſeudoparenchym annehmen. 300fach vergrößert.

Fig. 523.
Hefepilz der Bierhefe.
Erläuterung im Texte. 400fach vergrößert. Nach Reeß.

an den Punkten a a a zu erkennen, und ein Vergleich mit dem Wachsthum und der Verzweigung der echten Pilzhyphen in Fig. 520, B zeigt die Uebereinſtimmung beider Verhältniſſe.

Die meiſten Pilzfäden haben eine zarte, ſchwach verdickte, nicht geſchichtete Membran; doch kommen auch ſtark und gleichmäßig verdickte Hyphen, ſelten ſolche mit ſpiralfaſerförmigen Verdickungsſchichten vor (Capillitiumzellen mancher Gaſtero- und Myxomyceten); gallertige Pilzgewebe haben meiſt geſchichtete Zell-

1) Von ψεῦδος Lüge, Schein, Falſch.

membranen, an denen die äußeren Schichten zu einer homogenen Gallerte aufgequollen sind. Die Substanz der Pilzzellmembran hat die gleiche chemische Zusammensetzung wie die Cellulose anderer Pflanzenzellmembranen, aber sie zeigt nur in Ausnahmefällen die gewöhnliche Reaction der Blaufärbung mit Jod und der Auflösung in concentrirter Schwefelsäure; deshalb wird sie als eine besondere Form der Cellulose mit der Bezeichnung *Pilzcellulose* unterschieden. Harte, holzige Pilzkörper haben verholzte Zellmembranen. Bei vielen Pilzzellen ist die Membran gefärbt, meist heller oder dunkler braun, wodurch eine entsprechende Färbung des Pilzes bedingt wird. Der Inhalt der Pilzzellen ist stets *Protoplasma* von den gewöhnlichen Eigenschaften, aber, mit Ausnahme der Sporenmutterzellen einiger Pilze, *ohne Zellenkerne*. Außerdem findet sich im Zellinhalte sehr häufig fettes Oel in Form verschieden großer Tropfen, dagegen ausnahmslos *kein Stärkemehl* und *kein Chlorophyll*; wohl aber verschiedene andere *Farbstoffe*, welche theils als ein im Protoplasma fein vertheiltes, oder auch in verschieden großen Tröpfchen auftretendes gefärbtes Fett erscheinen, wie der das rothgelbe Colorit vieler Pilze bedingende Farbstoff, theils in einer wässerigen Lösung auftreten, welche Membran und Inhalt der Zellen gleichmäßig zu durchdringen scheint, und rothe, gelbe, blaue u. a. Färbungen hervorbringt. Auch *Krystalle*, meist aus kleesaurem Kalk, finden sich sehr häufig, und zwar selten im Inneren gewisser angeschwollener Gliederzellen von Hyphen, meistens auf der Außenfläche der Pilzfäden in Gestalt kleiner Nadeln oder unregelmäßiger Körperchen aufgelagert. Einige Hutpilze enthalten in ihren Fruchtkörpern *Milchsaftröhren*, lange verzweigte und anastomosirende, mit Milchsaft (§. 46.) erfüllte Hyphen, welche einzeln zwischen den anderen Pilzfäden hinlaufen.

Gliederung des Pilzthallus in Mycelium und Fruchtträger. Mit Ausnahme der niedrigsten Stufen der Pilze gliedert sich der aus Hyphen bestehende Pilzthallus morphologisch in zwei Organe (Fig. 524 u. 525.), welche auch durch ihre physiologischen Functionen bestimmt unterschieden sind, nämlich: §. 171.

1) das *Mycelium* (mycelium[1], hyphäsma[2]), d. i. der auf oder im Substrate ausgebreitete, daher meist wenig in die Augen fallende Theil, welcher allein oder vorzugsweise der Nahrungsaufnahme aus dem Substrate dient;

2) die *Fruchtträger*, welche auf dem Mycelium oft in großer Zahl sich bilden und meistens die weitaus auffallendsten Theile des Thallus sind, so daß sie im gewöhnlichen Leben oft für den ganzen Pilz gehalten werden. Ihrem physiologischen Charakter nach sind sie die Träger der Fortpflanzungsorgane; an ihnen werden die *Sporen* gebildet. Ist der Fruchtträger nur eine einzelne, einfache oder frei verzweigte Hyphe, so heißt er *Fruchthyphe*, dagegen, wenn er einen aus vielen gewebeartig verbundenen Hyphen bestehenden Pilzkörper darstellt, *Fruchtkörper*. Letztere können als *gymnokarpe*[3] und *angiokarpe*[4] unterschieden werden, je nachdem sie die sporenbildenden Zellen an ihrer Oberfläche oder in ihrem Inneren bilden.

In der Beschaffenheit des Myceliums zeigen die Pilze große Uebereinstimmungen; aus dem Mycelium allein ist es in den weitaus meisten Fällen nicht möglich, mit einiger Sicherheit auf Gattung und Species zu schließen. Um so mannigfaltiger erscheinen die Gestaltsverhältnisse der Fruchtträger: sie sind nach Abtheilungen und Gattungen, oft selbst nach Species verschieden und dienen daher vorzugsweise zu deren Charakteristik in der Systematik. Eine Beschreibung derselben läßt sich daher auch nur nach den einzelnen Ordnungen und Familien (deren Uebersicht ☞ S. 398) geben (s. unten §§. 172—196.); dagegen betrachten wir hier

die Formen des Myceliums. Die Vegetation der Pilze beginnt mit der Bildung des Myceliums; letzteres ist daher in einer gewissen Entwickelungsperiode der einzige Bestandtheil des Thallus; erst in einer späteren werden auf ihm die

---

1) Gebildet aus μύκης Pilz. 2) ὕφασμα Gewebe. 3) zusammengesetzt aus γυμνός nackt und καρπός Frucht. 4) zusammengesetzt aus ἀγγεῖον Behältniß und καρπός Frucht.

§. 171.

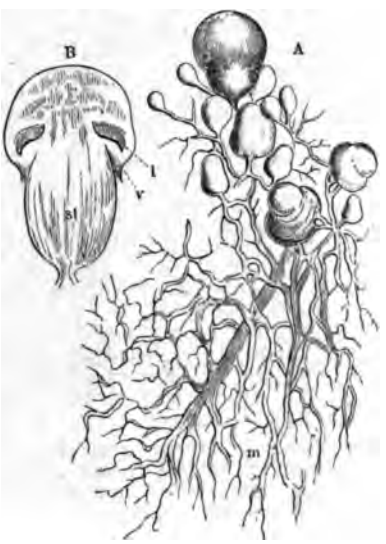


Fig. 524.

Der **Champignon** (*Agaricus campestris*).

A Ein Stück des **Myceliums**, welches faserige Stränge mit reichlicher Verzweigung darstellt (m) und oben die verschieden weit ausgebildeten Anlagen von Fruchtkörpern erzeugt hat.

B Ein **Fruchtträger** oder **Fruchtkörper** (Hut) im weiter ausgebildeten Zustande, der Länge nach durchschnitten. st Stiel, v der Schleier, welcher die auf der Unterseite stehenden Plättchen l verhüllt. Schwach vergrößert.

Fig. 525.

Der **Pinselschimmel** (*Penicillium glaucum*), Stück des **Myceliums** m mit einem **Fruchtträger** oder einer **Fruchthyphe**, deren Aeste oben pinselfg verzweigt sind und auf den Zweigspitzen die Sporen kettenfg abschnüren. 500fach vergrößert.

Fruchtträger erzeugt. Der Ursprung des Myceliums ist die aufkeimende Spore. Wenn Pilzsporen keimen, so wachsen sie in eine schlauchförmige Hyphe, den Keimschlauch, aus, welcher in der Regel bereits den Anfang des Myceliums darstellt. Diese Hyphe wächst zu beträchtlicher Länge aus, ihre Zweige verbreiten sich in verschiedenen Richtungen auf oder in dem Substrate, geben wieder Zweigen den Ursprung, die sich in gleicher Weise verhalten, und so entsteht eine Menge freier Fäden, welche meist nur insofern unter sich zusammenhängen, als sie als Zweige aus einander hervorgehen; das Ganze breitet sich an seinem Rande immer weiter aus, indem die dort befindlichen Hyphenzweige in peripherischer Richtung fortwachsen und immer neuen Zweigen den Ursprung geben. Diese Form des Myceliums, welche den allermeisten Pilzen zukommt, kann man als **freifädiges** oder **flockiges Mycelium** (mycelium floccosum[1]) bezeichnen.

1) Flockig (floccus Flocke, Faser).

Es giebt außerdem noch mehrere **besondere Myceliumformen,** welche theils §. 171.
gewissen Pilzen normal eigen sind, theils nur unter bestimmten Bedingungen von Pilzen gebildet werden, welche sonst ein flockiges Mycelium besitzen. Letzteres geschieht entweder an solchen Standorten, welche der normalen Entwickelung, insbesondere der Fructifikation ungünstig sind, dagegen die vegetative Entwickelung des Pilzes ungewöhnlich befördern, oder sie bilden sich regelmäßig in gewissen Entwickelungsperioden, in denen der Pilz keine Fructifikationsorgane erzeugt. Man findet sie daher meist ohne Fruchtträger und darf sie deßhalb nur als sterile Zustände verschiedener Pilze betrachten, nicht, wie es früher geschah, als selbständige unter eigenen Gattungsnamen beschriebene Pilze. Solcher besonderen Mycelformen unterscheiden wir folgende:

1. Häutige faserige Lager, d. h. verschieden dicke hautartige Ausbreitungen, in welchen die Pilzfäden in großer Anzahl vereinigt, aber noch deutlich als solche unterscheidbar sind. Manche Fadenpilze, z. B. *Penicillium*, bilden bisweilen solche Mycelien; hieher gehört auch das dunkelolivenbraune weich filzartige sog. Kellertuch (*Rhacodium cellāre* Pers.) an altem Holze und Weinfässern, welches immer steril gefunden wird, ferner die holzigen oder lederartigen, in faulem Holze vorkommenden Häute (das frühere *Xylostrōma*), welche sterile Zustände holziger Hymenomyceten sind.

2. Faserige Stränge, meist reich verzweigt, daher Wurzeln höherer Pflanzen ähnelnd, oft auch mit ihren Zweigen netzartig anastomosirend, werden gebildet aus vielen meist parallellaufenden Pilzfäden. Die dünneren Zweige lösen sich an ihren Enden nicht selten in einzelne ein lockeres Geflecht bildende Fäden auf oder breiten sich hautartig aus. Diese Mycelform ist vielen Gasteromyceten und Hymenomyceten (Fig. 524.) eigen und entwickelt sich oft steril im Waldboden, in Kellern, Bergwerken ꝛc. (früher mit besonderen Gattungsnamen, wie *Hypha* Pers., *Byssus* Dill., *Himantia* Pers., *Ozonium* Pers., *Anthina* Fr. ꝛc belegt). Von welchen Pilzen sie sterile Zustände darstellen, ist nicht immer mit Sicherheit anzugeben.

Zu den Myceliumsträngen gehören auch die Bildungen, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit alten Pflanzenwurzeln den Namen *Rhizomōrpha*[1] führen, an faulen Baumwurzeln und -Stämmen, in alten Brunnenröhren ꝛc. wachsende dunkelbraune, wurzelähnliche, reich verzweigte und oft anastomosirende Stränge. Bald sind sie cylindrisch, bis 3 mm dick, bald bandartig flachgedrückt, selbst papierdünne, zwischen den Holzschichten sich hinziehende Lagen, bald auch, wie die zwischen faulem Laube wachsende *Rhizomōrpha setiformis* Pers., nur pferdehaardick, fadenförmig. Sie haben eine schwarzbraune, spröde, außen glatte, papierdicke Rinde, welche von parallelen, derbwandigen, fest verbundenen Hyphen gebildet wird, und ein weißliches zähes Mark, welches aus verfilzten Fäden mit lufthaltigen Zwischenräumen besteht, die nach außen allmählich in die Rinde übergehen. Sie verlängern sich durch Wachsthum ihrer Enden; diese bestehen aus dicht zusammengedrängten, der Länge nach verlaufenden, kurzgliederigen, einander gleichen Hyphen; unmittelbar hinter dem Ende differenzirt sich dieses Gewebe in Rinde und Mark. Die Zweige brechen als eine Neubildung aus dem inneren Theile der Rinde durch die äußere Rinde hindurch. Die Rhizomorphen kommen meist steril vor, und es ist nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden, welchen Pilzen sie angehören; die meisten der an faulen Wurzeln, Stöcken und Stämmen wachsenden gehören wohl dem *Agaricus mellēus* an.

3. Pseudoparenchymatische Lager entstehen, wenn die in einer Fläche ausgebreiteten Hyphen sich seitlich zu einem zusammenhängenden Lager vereinigen und kurze Gliederzellen bilden, welche, da sie alle fest aneinanderliegen, den Eindruck einer parenchymatischen Zellenschicht hervorbringen. Verschiedene auf altem Holze, auf Rinden, Stengeln ꝛc. lebende Pyrenomyceten breiten ihr Mycelium oft als einen solchen Ueberzug auf den genannten Substraten aus, der den Unebenheiten desselben sich anschmiegt, alle Vertiefungen gleichsam austapezierend.

---

1) Gebildet aus ῥίζα Wurzel und μορφή Form, Gestalt, wegen der Aehnlichkeit mit einer Pflanzenwurzel.

§. 171. 4. Sclerotien[1] sind knollenähnliche Körper von fester, kork- oder knorpelartiger oder fleischiger Consistenz, welche sich aus einem zuerst vorhandenen freifädigen Mycelium als eine secundäre Bildung entwickeln. Früher hatte man für sie die Gattung *Sclerotium* aufgestellt, weil sie meistens ohne Fructifikation gefunden werden; aber es ist schon mit vielen gelungen, sie unter geeigneten Bedingungen zur Bildung ihrer typischen Fruchtträger zu veranlassen oder sie im Freien mit solchen aufzufinden; und auf diese Weise hat sich herausgestellt, daß Pilze aus den verschiedensten Abtheilungen solche Mycelformen bilden können. Man unterscheidet an ihnen ein compaktes inneres Gewebe oder Mark und eine mit diesem fest zusammenhängende Rinde; ersteres ist gewöhnlich von weißlicher Farbe und aus verflochtenen oder zu einem Pseudoparenchym vereinigten Hyphen gebildet. Die dünne Rinde wird gebildet von den Enden der angrenzenden Markhyphen, welche hier zu fest verbundenen, meist mit gebräunten Membranen versehenen Zellen werden. Das bekannteste Sclerotium ist das sogenannte Mutterkorn, welches einem Pyrenomycet, *Claviceps purpurea* Tul., angehört (☞ §. 175.). Auch manche Arten von *Peziza*, sowie einige Hymenomyceten entwickeln Sclerotien. Diese Körper sind Ruhezustände des Myceliums; denn sie erwachen erst nach einer Ruheperiode zu neuer Entwickelung, welche in dem Austreiben der Fruchtträger des Pilzes besteht. Dieselben werden unter der Rinde des Sclerotiums angelegt und brechen aus derselben hervor. Die Sclerotien enthalten in ihren Zellen einen Vorrath von Reservenährstoffen, unter denen fettes Oel vorwaltet, welche für die bezeichneten Neubildungen verwendet werden; sie spielen daher dieselbe Rolle, wie die Knollen phanerogamer Pflanzen.

Ansiedelung des Myceliums. Je nach der Beschaffenheit des Substrates richtet sich die Art und Weise, wie das Mycelium sich auf demselben ansiedelt, und in dieser Beziehung ergeben sich gewisse bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Mycelien, welche unorganisirte Körper bewohnen, überziehen entweder einfach die Oberfläche derselben, oder breiten sich in den vorhandenen Zwischenräumen der Masse jener Körper aus. Ersteres ist z. B. der Fall bei den Schimmelpilzen, letzteres bei den zahlreichen größeren Pilzen, deren Mycelium sich im Erdboden entwickelt und von welchem aus in der Regel nur die Fruchtträger über den Boden hervorwachsen. Die Saprolegnieen sind Wasserpflanzen, deren auf todten Pflanzentheilen oder Thierleichen aufsitzendes Mycelium frei im Wasser wächst. Bei vielen Pilzen, welche todte Pflanzentheile bewohnen, siedelt sich das Mycelium in den letzteren an und durchwuchert dieselben. Da hier in der Regel keine Zwischenräume vorhanden sind, so muß das Mycelium die festen Bestandtheile der genannten Körper wirklich durchdringen. Vorzugsweise wird todtes (weiß- und rothfaules) Holz von Pilzmycelien durchwuchert. Es ist bekannt, daß hier die Myceliumfäden in die feste Masse der Holzzellwände eindringen und in derselben bei ihrem Fortwachsen sich Gänge bohren, indem sie die Substanz der Zellwände wirklich aufzulösen vermögen. Die Hyphen wachsen hier auch durch die Zellmembranen in den Zellraum hinein und können bisweilen denselben als verworrenes Geflecht ganz erfüllen. Auch die Mycelien derjenigen vielen Pilze, welche die äußeren Zellschichten abgestorbener Kräuterstengel, das Periderm todter Baumzweige bewohnen, und bald freifädig, bald mehr oder weniger pseudoparenchymatische Lager sind, setzen ohne Rücksicht auf die Grenzen der Zellen und ihrer Theile durch die genannten Gewebe hindurch. Ebenso ist es bekannt, daß Mycelfäden von Schimmelpilzen, die auf todten, stärkemehlhaltigen Pflanzentheilen (z. B. faulen Kartoffeln) leben, in die Stärkekörner derselben eindringen und ebenfalls infolge eines Auflösungsprocesses nach allen Richtungen hin Gänge durch dieselben bohrend, sie allmählich zerfressen.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Ansiedelung des Myceliums der Schmarotzerpilze oder parasitischen Pilze, welche die lebendigen Körper von Pflanzen oder Thieren bewohnen. Bei den pflanzenbewohnenden Schmarotzerpilzen ist das Mycelium als das Ernährungsorgan dazu bestimmt, aus den Säften der befallenen Pflanze, die dem Schmarotzer gegenüber als Nährpflanze oder Wirth bezeichnet wird, Nahrung aufzusaugen: es nimmt in zweierlei wesent-

1) Gebildet aus σκληρός trocken, hart, wegen der Beschaffenheit dieser Körper.

lich verschiedener Weise von seinem Opfer Besitz. Die epiphyten[1] Schmarotzerpilze siedeln sich auf der Oberfläche der Pflanzentheile an. Da auch die Fruchtträger hier auf dem Mycelium an der Luft sich entwickeln, so befindet sich der ganze Schmarotzerpilz äußerlich auf der Nährpflanze. So verhalten sich die Mehlthaupilze (z. B. das die Traubenkrankheit verursachende, auf den Weinbeeren schmarotzende *Oïdium Tuckĕri*, Fig. 526.). Die Mycelhyphen wachsen hier frei auf der Epidermis der Pflanze hin und entwickeln stellenweise an der Unterseite unregelmäßig gelappte Auswüchse, sogenannte Haustorien[2]. Dieses sind die eigentlichen Ernährungsorgane, sie legen sich der Epidermis fest auf und treiben meist durch die Wand der Epidermiszelle in das Innere der letzteren ein blasig anschwellendes Saugröhrchen (Fig. 527.). Eine zweite ungleich zahlreichere Kategorie §. 171.

Fig. 526.

Der Pilz der Traubenkrankheit, *Oïdium Tuckĕri* **Berk.,** 400 mal vergrößert.

Die Fäden des epiphyten Mycelium s bilden auf der der Oberhaut der Pflanze anliegenden Seite Haustorien (x), an der entgegengesetzten freien Seite Fruchtträger, welche Sporen (a) abschnüren. b eine keimende Spore. Nach Schacht.

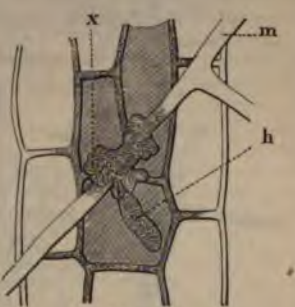


Fig. 527.

Haustorien am Mycelium vom *Oïdium Tuckĕri* **Berk.**

m ein Mycelfaden auf der Epidermis einer Weinbeere kriechend; bei x ein gelapptes Haustorium, von welchem ein Saugröhrchen h ins Innere einer Epidermiszelle eindringt. 400 fach vergrößert. Nach de Bary.

pflanzenbewohnender Schmarotzerpilze wird als Endophyten[3] bezeichnet, weil ihr Mycelium im Inneren der Pflanze, also im Inneren einer Zelle bei ein- oder wenigzelligen Pflanzen, in inneren Geweben bei vielzelligen höheren Gewächsen sich befindet. Bei den zusammengesetzten höheren Gewächsen sind es vorzugsweise die parenchymatischen Gewebe, welche von parasitischen Mycelien bewohnt werden, wie die Rinde und das Mark der Stengel und Wurzeln, das Parenchym der Blätter, der Blütentheile und Früchte. Die eine Kategorie von Endophyten läßt ihr Mycelium zwischen den Zellen der Nährpflanze hinwachsen, wobei die Hyphen nicht bloß in den eigentlichen Intercellulargängen (§. 48.) vorkommen, sondern auch zwischen den wirklich aneinander gewachsenen Membranen benachbarter Zellen sich hindurchdrängen (Fig. 528.). Es ist anzunehmen, daß in diesem Falle die Hyphe an jedem Punkte, wo sie mit der Haut der Zelle in Berührung sich befindet, Säfte aus derselben aufsaugt. In einigen Fällen treiben solche Mycelien stellenweise Aeste quer durch die Zellwand, die sich dann als Büschel kurzer Fäden oder auch nur als blasige Aussackungen in den Innenraum der Zelle einsenken (Fig. 529.); sie werden auch hier als Haustorien[4] bezeichnet. Bei einer zweiten Kategorie endophyter Schmarotzerpilze durchdringen aber die Myceliumfäden selbst die Zellenwände und treten in das Innere der Zellen ein, den Hohlraum derselben unter Aufzehrung der Inhaltsbestandtheile oft ganz ausfüllend (Fig. 530.). Vielfach werden in diesem Falle die Membranen der Zellen ebenfalls mehr oder weniger aufgelöst, das

1) Ἐπί auf, und φυτόν Pflanze. 2) von haurire schöpfen. 3) ἔνδον innen, und φυτόν Pflanze.

§. 171.

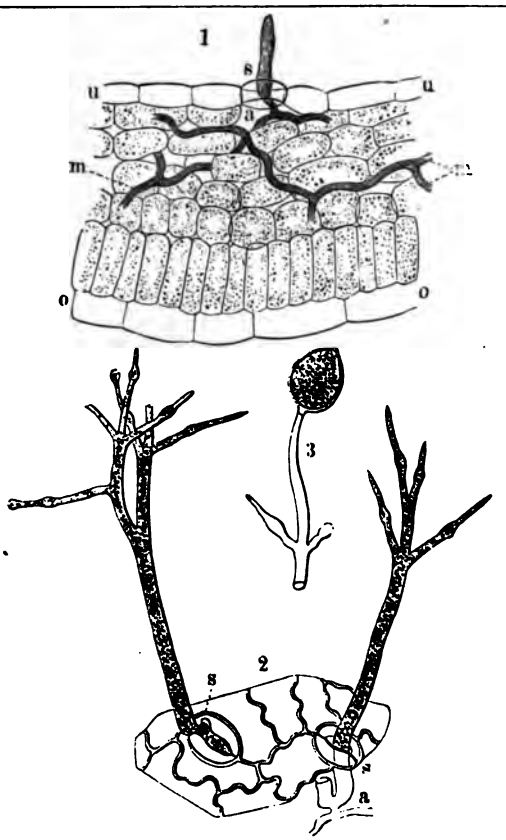


Fig. 528.

Der Pilz der Kartoffelkrankheit (*Phytophthóra infestans* de By.).

1 Durchschnitt durch ein Blättchen der Kartoffelpflanze, in dessen Parenchym das Mycelium m des Schmarotzerpilzes wuchert, stets nur zwischen den Zellen hinwachsend. o Oberhaut der oberen, u der unteren Blattfläche. a die Athemhöhle unter einer Spaltöffnung s, aus welcher eben ein junger Fruchtträger hervortritt.

2 Außenfläche eines Oberhautstückchens von der unteren Blattseite mit zwei Spaltöffnungen s, aus welchen je ein Fruchtträger des Pilzes hervorgewachsen ist. An dem einen ist die aus dem Blattgewebe gerissene Basis desselben bei a mit einem daran sitzenden Myceliumstücke sichtbar.

3 Ende eines Zweiges des Fruchtträgers, eine reife Spore tragend. Nach de Bary.

ganze Zellengewebe wird desorganisirt, bisweilen verschwindet es sogar spurlos, das Pilzfadengeflecht bleibt an seiner Stelle.

Bei den epiphyten Schmarotzerpilzen entsteht das Mycelium an derjenigen Stelle der Oberfläche eines für den Pilz geeigneten Wirthes, an welche zufällig eine Spore des Pilzes hingelangt ist, die daselbst zur Keimung kommt. Aber auch die Sporen der Endophyten bleiben, wenn sie auf eine Pflanze fallen, außerhalb derselben; ihre Keimung findet ebenfalls auf der Oberfläche der Epidermis statt, der Keimschlauch aber, der aus ihnen hervorwächst, dringt, wenn die Pflanze ein geeigneter Wirth für den Pilz ist, durch die Epidermis in das Innere des Pflanzentheiles ein. Der Wege, die der Keimschlauch hierbei einschlägt, giebt es zweierlei. Entweder dringt er durch die vorhandenen engen Oeffnungen, welche die Epidermis in Gestalt der Spaltöffnungen besitzt. In diesem Falle wächst der Keimschlauch oft unter vielen Hin- und Herkrümmungen eine Zeit lang auf der Epidermis umher, bis seine Spitze eine Spaltöffnung trifft, durch welche sie eindringt (Fig. 531, A); oder der Keimschlauch wächst wohl auch in ziemlich gerader Richtung über große Strecken hin, um, auf einer Spaltöffnung angelangt, die Schließzellen derselben in vielfachen Windungen zu überspinnen; von letzteren aus dringen dann Zweige durch die Spalte ein. Der zweite Modus des Eindringens ist der, daß der Keimschlauch sich unmittelbar nach seinem Austritte aus der Spore durch die

§. 171.

Fig. 529.

Ein Myceliumfaden m von **Peronospora calothēca**, kriechend in einem Intercellulargange des Markes von *Asperula odorāta*, in zwei angrenzende Markzellen z z Haustorien sendend, welche die Haut der Zellen durchbohrt haben. Nach de Bary.

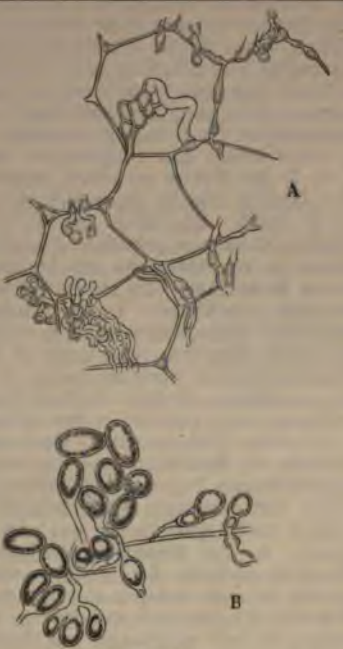


Fig. 530.

Der Flugbrand (*Ustilāgo carbo* Tul.) im Zellgewebe einer Getreideblüte. A sehr dünner Durchschnitt durch das Zellgewebe, zeigt das Mycelium, aus Fäden bestehend, welche regellos durch die Zellen und Zellmembranen des Gewebes wachsen. B die Fäden in der Sporenbildung begriffen. 500fach vergrößert.

Membran der Epidermiszelle hindurchbohrt und ins Innere der letzteren gelangt; von hier aus durchdringt er später auch die untere Wand der Epidermiszelle und gelangt so ebenfalls zwischen die Zellen des unter der Oberhaut gelegenen Gewebes (Fig. 530, B). In beiden Fällen stirbt nach dem Eintreten des Keimschlauches ins Innere der Pflanze der außerhalb derselben befindliche Theil ab, nachdem sein Protoplasmainhalt, sammt demjenigen der Spore in den in die Pflanze eingedrungenen Theil eingewandert ist, und nur der letztgenannte entwickelt sich, nunmehr durch den Wirth ernährt, üppig weiter zu dem endophyten Mycelium.

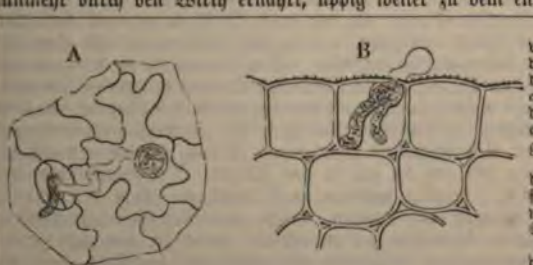


Fig. 531.

A Stück der Blattoberhaut von *Faba vulgāris* mit einer darauf liegenden Spore des **Bohnenrostes** (*Uromyces appendiculātus*), welche einen durch eine Spaltöffnung eindringenden Keimschlauch getrieben hat.

B Querdurchschnittene Epidermiszellen eines Kartoffelstengels, mit einer auswendig liegenden gekeimten Spore des **Kartoffelpilzes** (*Phytophthōra infestans*), deren Keimschlauch durch die Haut einer Epidermiszelle ins Innere der letzteren eingedrungen ist.

§. 171. Die Mycelien der endophyten Schmarotzerpilze erzeugen die Sporen entweder auch im Inneren des von ihnen befallenen Pflanzenkörpers (Fig. 530.), oder die Fruchtträger treten an die Oberfläche des letzteren hervor. Im letzteren Falle wachsen Hyphen vom Mycelium aus hervor, entweder durch die Spaltöffnungen oder indem sie die Epidermis durchbohren, um hier die Ausbildung von Fruchtträgern anzunehmen. Oder aber die Fruchtträger, in diesem Falle meist Fruchtkörper von verschiedenartigem Baue, werden unterhalb der Epidermis angelegt, sprengen die letztere endlich infolge ihrer Vergrößerung und treten auf diese Weise an die Oberfläche, wo sie ihre Sporen ausstreuen; seltener bilden sie sich zwischen der Epidermis und der Cuticula oder den Cuticularschichten derselben, heben diese ab und durchbrechen sie endlich. Specielleres über die Fruchtträger der Schmarotzerpilze ist in den folgenden Abschnitten zu finden. Hinsichtlich der Verbreitung des schmarotzenden Myceliums in der Nährpflanze und hinsichtlich des Ortes, an welchem das Eindringen der Keimschläuche und die Entwickelung der Fruchtträger erfolgt, lassen sich folgende Fälle unterscheiden: 1) Die Keimschläuche dringen an beliebigen Stellen der oberirdischen Pflanzentheile ein; hier entwickelt sich und fructificirt das Mycelium ohne die nächste Umgebung dieses Ortes zu überschreiten (z. B. bei vielen Uredineen und blattbewohnenden Pyrenomyceten). 2) Die Entwickelung der Keimschläuche geschieht an beliebigen Stellen, aber das Mycelium verbreitet sich über oder in der ganzen Pflanze oder doch auf weitere Strecken, und bildet überall Fruchtträger (z. B. bei vielen Mehlthaupilzen, Peronosporeen ꝛc.). 3) Das Eindringen der Keimschläuche, die Entwickelung des Myceliums und die Fruchtbildung erfolgen nur an einem bestimmten Organe der Nährpflanze, über welches daher die Entwickelung des Pilzes nicht hinausgeht (z. B. beim Pilze des Mutterkornes, welcher nur im Fruchtknoten der Roggenblüte lebt und nach dessen Zerstörung zuletzt zum Mutterkorn wird). 4) Die Keimschläuche dringen an einem bestimmten Punkte ein, das Mycelium verbreitet sich von hier aus durch einen großen Theil der Nährpflanze, um in einem anderen, aber wiederum bestimmten, von der Eintrittsstelle fern liegenden Organe zu fructificiren (z. B. die in den Blüten fructificirenden Brandpilze, die, wie von einigen auf Getreide vorkommenden Arten bekannt ist, ihre Keimschläuche in das Stengelchen oder in das Keimblatt der keimenden Getreidepflanze eindringen lassen, und deren Mycelium mit der letzteren aufwachsend endlich in die Aehre gelangt, wo allein die Sporenbildung stattfindet).

Zu den thierbewohnenden Schmarotzerpilzen gehören vorzugsweise Spaltpilze oder Bakterien (§. 195.), welche sich im Blute oder in verschiedenen Geweben erzeugen. Doch kommen auch hier myceliumbildende Pilze vor. Die insektenbewohnenden Schmarotzer entwickeln ihr Mycelium in der Leibeshöhle dieser Thiere; die Hyphen desselben verdrängen das Blut und die Eingeweide und zehren diese Theile auf. Von dem die Krankheit der Seidenraupen und anderer Insekten verursachenden Pilze *Botrytis Bassiāna* weiß man, daß die Sporen weder durch den Darmkanal noch durch die Poren in das Innere des Körpers gelangen, sondern auf der Oberfläche desselben keimen und ihre Keimschläuche sich durch die Haut einbohren, zunächst mit strahligen Verzweigungen in der Haut sich ausbreitend, dann tiefer in die Muskelbündel und Fettläppchen eindringend. Dort schnüren die Hyphen kurze sporenartige Glieder ab, die man Conidien genannt hat, und welche in das Blut der Raupe gelangen, wo sie sich verlängern und abermals Conidien abschnüren, die sich wieder so verhalten. Endlich wachsen die vorhandenen Conidien zu Hyphen aus, welche das in alle Theile des Körpers dringende Mycelium bilden. In ähnlicher Weise werden auch die Stubenfliegen von der *Empūsa muscae* befallen. Bei der tödtlichen epidemischen Krankheit des Kiefernspinners dringen dagegen die Sporen der diese Krankheit erzeugenden *Isaria farinōsa* durch die Stigmen in die Tracheen und von da aus in den Körper. Die Fruchtträger der insektenbewohnenden Schmarotzerpilze entstehen nach erfolgtem Tode des Thieres an der Oberfläche des Körpers aus Hyphen, welche das Mycelium hervorsendet. — Einige Schmarotzerpilze bewohnen die menschliche Haut bei den als Favus und als **Pityriăsis versicŏlor** bekannten Erkrankungen derselben, wo die Myceliumfäden zwischen den Epidermiszellen der erkrankten Hauttheile sich hinschlängeln. Gewisse Krankheiten der Haare des Menschen und anderer Säugethiere

ſind ebenfalls von Paraſiten begleitet: ſo der Herpes tonsūrans, die Porrigo, das Mentagra, wobei das Mycelium bald im Haarkanal, bald im Haarbalg, bald an der Oberfläche des Haares wuchert. Andere Paraſiten ſiedeln ſich auf den Schleimhäuten der Zunge, der Mund- und Rachenhöhle des Menſchen bei den als Soor oder Mundſchwämmchen bekannten Erkrankungen an. Auch in der Subſtanz harter und feſter thieriſcher Theile, in Knochen und Zähnen, kommen Mycelien paraſitiſcher Pilze vor, deren Hyphen dieſe Theile unter Auflöſung der Subſtanz derſelben durchbohren.

1. Ordnung. **Schlauchpilze, Ascomycētes**[1] (§. 156.).

§. 172. Die Ascomyceten ſind größtentheils hoch entwickelte Pilzformen mit meiſt deutlicher Hyphenbildung und deutlicher Differenzirung von Mycelium und Fruchtträgern. Ihr charakteriſtiſches Merkmal liegt in der Bildung der Sporen in Sporenſchläuchen (asci), d. ſ. relativ große, kugelige bis ſchlauchförmige, plasmareiche Zellen, in deren Innerem durch freie Zellbildung aus einem Theile des Protoplasmas (☞ Fig. 55, S. 78) eine beſtimmte Anzahl von Sporen (Schlauchſporen, Ascoſporen[2] oder Thecaſporen[3]), bei den meiſten Arten je acht, ſich bilden. Nur bei den niedrigſten Formen entſtehen die Sporenſchläuche unmittelbar am Mycelium; ſonſt bilden ſie ſich in Mehrzahl auf oder in einem beſonderen Fruchtkörper, der im allgemeinen einen aus zahlreichen Hyphen zuſammengeſetzten Pilzkörper darſtellt, deſſen Bau aber je nach Familien verſchieden iſt. Dieſe Ascoſporenfrüchte ſtellen den Höhepunkt der Entwickelung des Pilzes dar; ſie entſtehen am Schluſſe der Vegetationsperiode, entweder an dem gewöhnlichen Mycelium oder auf einem Sclerotium (☞ S. 442) nach Ueberwinterung deſſelben. Bei ſehr vielen Ascomyceten gehen aber dieſen Früchten noch andere voraus, die man deshalb als Protoſporenfrüchte[4] bezeichnen kann und die ſich von jenen jedenfalls dadurch unterſcheiden, daß ihre Sporen nicht in Sporenſchläuchen, ſondern durch Abſchnürung entſtehen. Solcher Organe giebt es hauptſächlich folgende Arten, von denen eine oder mehrere, bei manchen Pilzen ſogar ſämmtliche Arten vertreten ſind. 1) Conidienträger, d. ſ. Fruchtträger, welche an ihrer Oberfläche Sporen durch Abſchnürung erzeugen. Man pflegt ſolche Sporen Conidien[5] zu nennen. Dieſe Organe ſind entweder conidientragende Fruchthyphen (S. 439), oder conidientragende Fruchtkörper (S. 439.). Bei den meiſten Ascomyceten ſind die Conidien keimfähig und erzeugen einen neuen Pilz gleicher Art. 2) Spermogonien (spermogonium[6]), meiſt angiokarpe (S. 436), kapſelartige Früchte, auf deren Innenwand ſehr zahlreiche, relativ kleine, mit einfacher, farbloſer Membran verſehene Sporen, ſogenannte Spermatien (spermatium[7]) abgeſchnürt werden; dieſelben werden entweder durch Zerfall der Spermogonienwand oder durch Hervorquellen aus der natürlichen Mündung der Spermogonien am Scheitel derſelben entleert. Da die Spermatien vieler Pilze unter gewöhnlichen Verhältniſſen nicht oder ſchwer keimen, ſo galten ſie bis in die neuere Zeit für Organe unbekannter Natur, auch hielt man ſie für männliche Elemente, welche bei der Erzeugung der Ascoſporenfrüchte eine ähnliche befruchtende Wirkung ausüben, wie die Samenkörperchen der Florideen-Antheridien. Neuerdings iſt aber bei immer zahlreicheren Pilzen beobachtet worden, daß auch die Spermatien, wenigſtens in geeigneter Nährſtofflöſung, keimfähig ſind; allerdings iſt es bisher nur in ſehr wenigen Fällen (*Aglaospŏra profūsa*, *Cucurbitaria labūrni*) gelungen, aus Spermatien eine neue Pilzentwickelung zu erzielen. Sind daher die Spermatien als Fortpflanzungsorgane zu betrachten, ſo ſcheint ihre Bedeutung vielleicht darin zu liegen, durch die ungeheuer große Anzahl, in welcher ſie gebildet werden, die geringere Keimfähigkeit der einzelnen Spore auf-

1) Zuſammengeſetzt aus ἀσκός Schlauch und μύκης Pilz. 2) zuſammengeſetzt aus ἀσκός Schlauch und σπορά Spore. 3) zuſammengeſetzt aus θήκη Behältniß, Kapſel und σπορά Spore. 4) von πρῶτος der Erſte. 5) von κόνις Staub, weil dieſe Sporen in Menge erzeugt meiſt einen feinen Staub bilden, oder auch von κονίς Eier der Läuſe ꝛc. 6) zuſammengeſetzt aus σπέρμα Samen und γόνος Geburt, Zeugungsorgan. 7) σπερμάτιον Diminutiv von σπέρμα Samen.

§. 172. zuwiegen. 3) Pykniden[1], d. s. den Spermogonien ähnliche kapselartige Früchte, in denen aber statt Spermatien Sporen von anderer Beschaffenheit, Stylosporen[2] genannt, ebenfalls durch Abschnürung gebildet und meist durch einen Porus am Scheitel der Pyknide entleert werden. Sie sind im Verhältniß zu den Spermatien größer, haben wie die Ascosporen ein Episporium, welches bei der Keimung durchbrochen wird, werden in geringerer Anzahl gebildet und sind durch ihre leichte und sichere Keimung ausgezeichnet. Die meisten Schlauchpilze haben außer den Ascosporenfrüchten wenigstens eine der bezeichneten Protosporenfrüchte, bei manchen kommen sämmtliche Formen, und bisweilen sogar mehrere Formen von einer und derselben Fruchtart, besonders von conidientragenden Hyphen vor. Nach den relativ wenigen bis jetzt vorliegenden vollständigen Entwickelungsgeschichten weiß man, daß im allgemeinen aus jeder dieser Sporenarten derselbe Pilz mit seinen verschiedenen Fruchtformen hervorgeht, worüber unten Näheres zu finden ist. Freilich ist auch bei Kulturversuchen beobachtet worden, daß von manchen Pyrenomyceten die Stylosporen fast immer nur Pykniden, die Conidien Conidienträger erzeugen; allein es sind dabei künstliche Nährlösungen angewendet worden, die keinen Schluß auf die Entwickelung auf dem natürlichen Substrat gestatten. Zudem ist es bekannt, daß viele Ascomyceten gern bei der Entwickelung einer ihrer Protosporenfrüchte stehen bleiben und oft nicht zur Bildung von Ascosporenfrüchten gelangen. Sehr häufig werden daher Protosporenformen für sich allein gefunden. Aus diesem Grunde hielt man früher bis zu Tulasne, durch den erst die Mehrfältigkeit der Früchte der Ascomyceten nachgewiesen worden ist, jede solche Protosporenform ebenso wie den Zustand der Ascosporenfrucht für eine eigene Pilzspecies und hatte daher für alle jene Protosporenfrüchte besondere Gattungs- und Speciesnamen. So enthält fast die ganze Abtheilung der Hyphomyceten und Gymnomyceten der älteren Pilzsysteme lauter solche Formen; dieselben sind daher jetzt keine legitimen Abtheilungen des Pilzreiches mehr.

Die Frage, ob bei den Ascomyceten eine Sexualität besteht, ist vielfach erörtert, neuerdings aber erheblich in Zweifel gestellt worden. Verschiedene, unten näher zu beschreibende Erscheinungen bei der Entstehung der Ascosporenfrüchte haben zu der Meinung geführt, daß hierbei ein Geschlechtsact zwischen differenten Geschlechtsorganen stattfindet, dessen Product die Ascosporenfrucht ist. Vielfach lassen sich nämlich bei der ersten Entstehung dieser Früchte zweierlei Organe unterscheiden, von denen man das eine unter dem Namen Ascogonium[3] oder Carpogonium[4] als weibliches, das andere, das sogenannte Pollinodium[5] als männliches Organ betrachtet. Das erstere ist bei *Erysīphe* ein kurzer dicker Ast eines Mycelfadens, bei *Pyrēna* hat es kugelig aufgeblasene Form, bei *Ascobŏlus* besteht es aus einer Reihe weiter kurzer Zellen und ist stark gekrümmt, bei *Eurotĭum* ist es ein gegliederter schraubenförmig gewundener Faden. Das Pollinodium besteht aus einem oder mehreren unterhalb des Ascogons entspringenden Fäden, welche meist mit dem Scheitel des letzteren in Copulation treten. Darnach sprossen aus dem Ascogon Fäden hervor, welche zu den Sporenschläuchen werden; oder es verwandelt sich das Ascogon selbst in den einzigen in der Frucht sich bildenden Sporenschlauch, wie bei *Erysīphe*, während aus den unterhalb der beiden Organe stehenden Zellen Fäden aussprossen, die sich zur Wand und beziehendlich zu dem Füllgewebe der Frucht entwickeln. Nach neueren Beobachtungen gewinnt es aber immer mehr den Anschein, als wenn diese vermeintlichen Copulationserscheinungen unwesentliche, nicht sexuelle Bildungen, sondern gleichgültige Anastomosen zwischen Hyphen sind, wie sie auch sonst, besonders an Mycelien häufig vorkommen. Zudem treten auch bei manchen Ascomyceten, wie *Pleospŏra*, keine solchen Organe auf, indem die Anlage der Frucht nur durch Theilung von Zellen, wobei ein gleichförmiger

1) Von Tulasne aus πυκνός dicht, fest, fest verschlossen, gebildetes Wort. 2) zusammengesetzt aus στῦλος Säule, Pfahl, Stütze und σπορά Spore, weil diese Sporen auf länglichen Basidien stehen. 3) zusammengesetzt aus ἀσκός Schlauch, Sporenschlauch und γόνος Geburt, Zeugungsorgan, weil dieses Organ später die Sporenschläuche erzeugt. 4) zusammengesetzt aus καρπός Frucht und γόνος ☞ Note 3. 5) abgeleitet von pollen Blütenstaub, weil dieser bei den Phanerogamen das männliche Organ darstellt.

Gewebekörper gebildet wird, entsteht. Infolge dessen ist denn auch neuerdings von §. 172.
Brefeld und van Tieghem den Ascomyceten die früher angenommene Sexualität ganz abgesprochen worden. Anderntheils sind jedoch bei manchen Flechten, nämlich Collemaceen, Vorgänge bei der Entstehung der Früchte beobachtet worden, welche an die Verhältnisse der Florideen erinnern. Ein innerhalb des Thallus liegendes spiraliges Ascogon ragt nämlich mit einer Trichogyne über die Thallusoberfläche hervor; als männliche Organe würden die Spermogonien zu betrachten sein, insofern beobachtet wurde, daß die in denselben entstehenden Spermatien, nachdem sie entleert worden, mit der Spitze der Trichogyne verschmelzen. Letzteres steht nun aber im Widerspruch mit der anderweitig beobachteten Thatsache, daß die Spermatien den Charakter von Sporen haben, indem sie unter Umständen keimen und ein neues Pilzindividuum erzeugen. Unter diesen Umständen ist die Sexualität bei den Ascomyceten gegenwärtig wenn nicht widerlegt, so doch jedenfalls sehr zweifelhaft geworden.

Ihrer Lebensweise nach zeigen die Ascomyceten sehr mannichfaltige Verhältnisse, von denen vielfach die morphologischen Eigenthümlichkeiten dieser Thallophyten abhängig sind. Manche sind reine Saprophyten, welche auf Pflanzentheilen, auf Koth oder auf organischen Kunstproducten sich ansiedeln, oder auch auf humushaltigem Erdboden wachsen. Sehr groß ist die Zahl der Parasiten, von denen wir sowohl thierbewohnende als ganz besonders zahlreiche pflanzenbewohnende kennen. Manche sind reine Parasiten, d. h. sie beschließen ihre Vegetation noch bevor der von ihnen bewohnte Pflanzentheil oder Thierkörper abgestorben ist. Zahlreicher sind die Halbparasiten, d. h. diejenigen, welche ihre Vegetation auf dem lebendigen Wirthe beginnen und gewisse ihrer Protosporenfrüchte (s. oben) in dieser Periode erzeugen, den Höhepunkt ihrer Entwickelung aber erst auf dem von ihnen getödteten Pflanzentheile oder Thierkörper erreichen, indem sie hier zur Bildung anderer Früchte, gewöhnlich der Ascosporenfrüchte, gelangen. Einige giebt es auch, die wieder in anderem Sinne keine strengen Parasiten sind, indem ihre ganze Entwickelung sowohl parasitisch auf einer lebenden Pflanze, als auch saprophyt auf abgestorbenen Pflanzentheilen oder künstlichen Nährstofflösungen stattfinden kann, wie z. B. Formen von *Pleospŏra* und besonders der Arten von *Pezīza* aus der Untergattung *Sclerotinīa*. Ganz eigenartige Verhältnisse zeigt der Parasitismus derjenigen Ascomyceten, mit denen wir es bei den sogenannten Flechten zu thun haben. Die von dem Schmarotzerpilz befallenen Nährpflanzen sind hier Algen, also kleine einzellige Thallophyten, die sich mit dem Pilz zu einem Doppelwesen von eigenthümlichen Formen verbinden, welches man denn auch bisher für ein einfaches Pflanzenwesen hielt und Flechte nannte, in welcher die Algenzellen als Gonidien, die Pilzhyphen als Fäden bezeichnet wurden. Mit der morphologischen Verbindung beider Wesen geht Hand in Hand auch eine Theilung der physiologischen Thätigkeit, der Ernährung, insofern hier der Pilz die Aufsaugung von Nährstoffen aus der Unterlage sowohl für sich, wie für die von ihm eingeschlossene Alge vermittelt, während die letztere für sich wie für den Pilz die Herstellung organischer Verbindungen durch Zersetzung von Kohlensäure und Wasser besorgt. Unter den verschiedenen Formen des Zusammenlebens zweier Wesen, Symbiose[1], ist der gewöhnliche Parasitismus derjenige, wobei der Wirth doch immer in seiner specifischen Selbständigkeit erhalten bleibt und als alleiniger Ernährer fungirt, der Parasit nur der Ernährte ist. Die vollständigste Form der Symbiose tritt uns bei den Flechten entgegen, indem hier beide Wesen sich gegenseitig in die Ernährung theilen, ihre specifische Selbständigkeit aufgeben und zu einem anscheinend einheitlichen Pflanzenorganismus, zu einem Doppelwesen verbunden sind. Was man sonst als die Früchte der Flechten bezeichnete, sind eben diejenigen des mit der Alge vereinigten Pilzes, und sie stimmen im Wesentlichen mit denen der Ascomyceten überein, sie sind nämlich theils denjenigen der Discomyceten, theils denen der Pyrenomyceten analog, und man könnte daher die Abtheilung der Flechten auch ganz aufheben und sie in die beiden ebenbezeichneten Familien einordnen.

1) Zusammengesetzt aus σύν zusammen und βίος Leben.

Die Ascomyceten, einschließlich der Flechten, zerfallen in folgende Familien:

Ohne Chlorophyll.	Die Sporenschläuche befinden sich im Inneren eines Fruchtkörpers (angiokarp).	Oberirdisch wachsende Fruchtkörper von kapselartiger Form (Perithecien).	Perithecien mit vollständig geschlossener Wand, ohne Mündung	Perisporiaceae (§. 173.).
			Perithecien am Scheitel mit vorgebildeter Mündung	Pyrenomycetes (§. 175.).
		Unterirdisch wachsende knollenförmige Fruchtkörper		Tuberaceae (§. 174.).
	Die Sporenschläuche befinden sich in einer Schicht an der Oberfläche eines Fruchtkörpers (gymnokarp)			Discomycetes (§. 178.).
	Die Sporenschläuche befinden sich unmittelbar an dem Mycelium			Gymnoasci (§. 179.).
Mit chlorophyllhaltigen Zellen (Gonidien)				Lichenes (§. 180.).

1. Familie. Perisporiaceae[1] (§. 172.).

§. 173. Die Perisporiaceen besitzen ein deutlich entwickeltes meist auf faulendem Substrat, bei den pflanzenbewohnenden Parasiten meist epiphyt (§. 171.) ausgebreitetes Mycelium und sind durch die Form ihrer Ascosporenfrüchte charakterisirt, welche einfache kleine Kapseln, Perithecien (perithecium[2]) darstellen, die sich von denen der Pyrenomyceten (§. 175.) dadurch unterscheiden, daß sie keine Mündung besitzen, sondern vollständig geschlossen sind und erst nach der Reife durch unregelmäßiges Zerreißen oder Verwittern ihrer Wand sich öffnen. Es sind meist sehr kleine, nur selten über 1 mm große, meist kugelrunde Körperchen, welche gewöhnlich in großer Anzahl dem Mycelium unmittelbar aufsitzen. Sie haben eine dünne und spröde, schwarze, braune oder gelbe Wand, welche oft nur von einer einzigen Schicht parenchymähnlich verbundener dünner Zellen gebildet wird, in wenigen Fällen unterhalb der gefärbten Außenschicht noch eine farblose weichere, aus mehreren Lagen pseudoparenchymatischen Gewebes bestehende Schicht besitzt. Einzelne Wandzellen des Peritheciums verlängern sich bei manchen Perisporiaceen zu haarförmigen Fortsätzen, welche besonders bei *Erysīphe* mannichfaltige Gestalt besitzen (Fig. 532.). Der von der Wand eingeschlossene, weiche, farblose innere Theil, welcher Kern (nucleus) genannt wird, besteht im Reifezustande meist nur aus den Sporenschläuchen. Letztere sind längliche oder kurze keulenförmige Zellen, welche im Grunde der Peritheciumhöhle entspringen, entweder in großer Anzahl, wie bei *Eurotium* und *Perisporium*, oder in geringerer Anzahl, wie bei den meisten Arten von *Erysīphe;* nur einen einzigen Ascus besitzen die Perithecien von *Erysīphe oxyacānthae*, *E. myrtillīna*, *E. pannōsa* u. a. Die Sporenschläuche enthalten meist je acht Sporen, bei einigen Arten von *Erysīphe* aber typisch eine geringere Anzahl, z. B. bei *E. prunāstri* vier bis sechs, bei *E. guttāta* meist nur zwei. Die Sporen sind meist einzellig, von ellipsoidischer oder eirunder Gestalt, farblos, braun oder schwarz.

Bei der Entwickelung der Perithecien einiger Perisporiaceen sind Erscheinungen beobachtet worden, in denen man eine geschlechtliche Befruchtung erkennen zu müssen geglaubt hat. Diese Vorgänge sind besonders an *Eurotium herbariōrum* von de Bary erkannt worden (Fig. 533.). Die Anlage dieser Organe erfolgt hier dadurch, daß sich aus einzelnen Mycelzellen über der Oberfläche des Substrates kurze Zweige entwickeln, welche sich spiralig einrollen, worauf Scheidewände in denselben gebildet werden. Dann wachsen von unten aus dem Faden Zweige an der Schraube entlang bis an die Spitze und zwischen einem dieser Zweige und der oberen Schraubenwindung findet eine Art Copulation statt, indem beide Theile sich fest aneinanderlegen und eine Stelle der trennenden Membran resorbirt wird. Die Schraube ist deßhalb als weibliches Organ unter dem Namen Ascogonium[3] oder Karpogonium[4], die Zweige als männliche Organe unter der Bezeichnung Pollinodien[5] angesprochen worden. In der Folge entsteht durch wiederholte seitliche Verzweigung und Theilung der Pollinodien endlich eine allseitig das

1) Zusammengesetzt aus περί ringsum und σπορά Spore. 2) gebildet aus περιθήκη ein Ding, welches man herumsetzt (von περιτίθημι), also Gehäuse u. dergl. 3) ☞ Seite 448, Note 3. 4) ☞ Seite 448, Note 4. 5) ☞ Seite 448, Note 5.

§. 173.

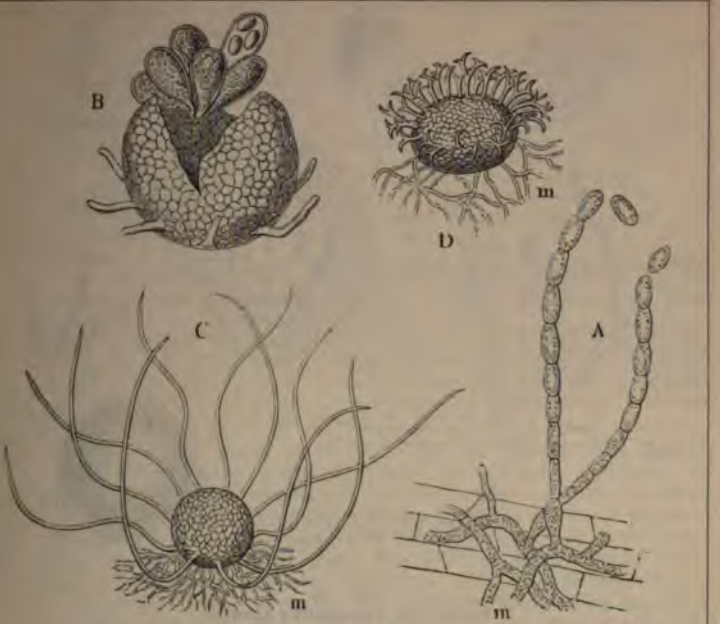


Fig. 532.

A—C. **Der gemeine Mehlthaupilz** (*Erysîphe communis*).

A Conidienträger mit kettenförmig abgeschnürten Sporen, aus dem Mycelium m entspringend, welches auf der Epidermis eines Grasblattes sich ausbreitet; ungefähr 100fach vergrößert.

B Reifes Perithecium (die haarförmigen Anhängsel am unteren Theile sind abgerissen), durch Druck aufgebrochen, so daß die darin enthaltenen Sporenschläuche, von denen einer schon nahezu ausgebildete Sporen enthält, herausgetreten sind. 200fach vergrößert.

C Ein Perithecium schwächer vergrößert, auf dem Mycelium m, am untern Theile ringsum mit langen haarförmigen Anhängseln versehen.

D Ein Perithecium des **Ahorn-Mehlthaupilzes** (*Erysîphe acĕris* DC., *Uncinŭla bicŏrnis* Lév.). Die Anhängsel stehen kranzförmig um den oberen Theil und haben ein- oder zweifach gabeltheilige Gestalt. m Mycelium. Schwach vergrößert.

Ascogonium umgebende parenchymähnliche Hüllschicht, welche zur Wandschicht des späteren Peritheciums wird. Aus diesen Wandzellen sprossen nach innen zahlreiche Zweige hervor, aus denen ein den Innenraum des Peritheciums erfüllendes Füllgewebe entsteht. Nun wachsen auch aus den Zellen des Ascogoniums zahlreiche Zweige hervor und zwischen die Zellen des Füllgewebes hinein; ihre Enden nehmen länglich ovale Gestalt an, grenzen sich durch Scheidewände ab und werden endlich zu den Sporenschläuchen. Füllgewebe und Sporenschläuche bilden den Kern des jungen Peritheciums. Bei der Reife verschwinden die Zellen des Ascogoniums und des Füllgewebes, und indem zugleich die Sporenschläuche aufgelöst werden, bleiben die Sporen frei in dem krustigen Perithecium liegen. — Auch die Perithecien, welche der gemeinste Schimmelpilz, *Penicillium glaucum*, unter günstigen Ernährungsbedingungen entwickelt, gehen nach Brefeld aus ähnlichen Bildungen hervor. Die fädige Hülle um das Ascogon wird aber hier zu einem mit stark verdickten Zellmembranen versehenen pseudoparenchymatischen Gewebe, dessen äußere aus engen braungefärbten Zellen bestehenden Lagen eine Rinde darstellen; in diesem Gewebe verlaufen gleichwie concentrische vielverzweigte Gänge die aus dem Ascogon hervorgewachsenen dicken Hyphen. In diesem Zustande ist die Fruchtanlage ein den

§. 173.

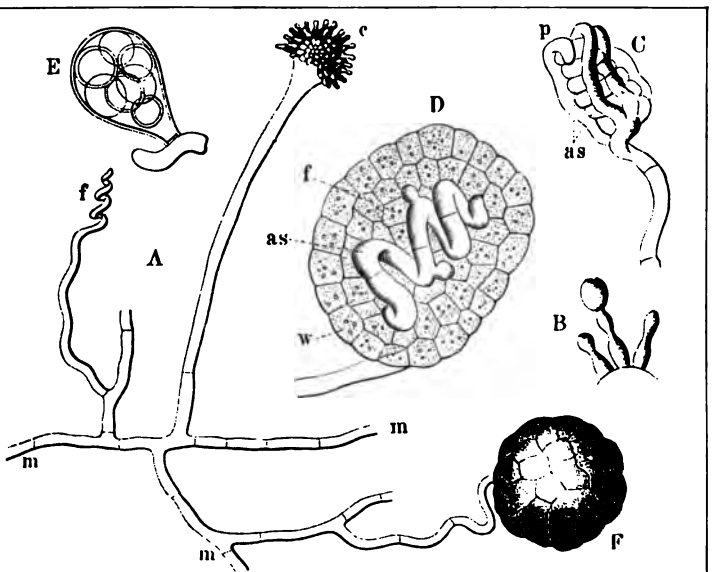


Fig. 533.

Eurotium Aspergillus glaucus.

A Stück eines Myceliums mmm, mit einem Conidienträger c, und einem jungen Peritheciun F; bei f auf einem beſonderen Mycelzweige ein am Ende ſchraubig gewundener Faden, die erſte Anlage des Ascogoniums darſtellend. 190fach vergrößert.
B Ein Stück des kolbenförmigen Endes des Conidienträgers mit einigen Basidien, die Sporenabſchnürung zeigend. 250fach vergrößert.
C Das ſchraubig gewundene Ascogon as, von aufwärts gerichteten Fäden, den Pollinodien p, umwachſen. 250fach vergrößert.
D Ein junges Perithecium in optiſchem Längsſchnitte; as das Ascogon; aus den umhüllenden Fäden ſind die zukünftige Wand w und das Füllgewebe f geworden, in welches hinein von dem Ascogon die ascibildenden Hyphen zu ſproſſen beginnen. Vergrößerung ebenſo.
E Ein Ascus mit Sporen. 600fach vergrößert. Nach de Bary.

Sclerotien (§. 171, 4) ähnlicher Körper; er kann trocken längere Zeit unverändert bleiben. Erſt nach dieſer Periode beginnt unter günſtigen Bedingungen die Entwickelung der Sporenſchläuche, indem die dicken ascogenen Hyphen ſich in kurze Zellen theilen, aus welchen Zweige entſpringen, die hinter ihrer Spitze zahlreiche dichtſtehende Seitenzweige bilden, deren jeder zu einer Kette von Sporenſchläuchen wird. Auch hier verſchwindet alles innere Gewebe bis auf die Sporen und die braune Rinde. Endlich hat man auch bei der Entſtehung der Perithecien der Mehlthaupilze (*Erysīphe*) Geſchlechtsorgane zu ſehen geglaubt. Nach de Bary entſtehen ſie an den Kreuzungsſtellen je zweier Mycelhyphen (Fig. 534, A); die untere bildet einen kurzen dicken Zweig, das Ascogonium, die obere einen dünneren, der ſich jenem anlegt, das Pollinodium; beide ſind durch eine Querwand vom Mycelium abgegrenzt. Darauf wird das Ascogon von unten her unter Verſchwinden des Pollinodiums von Hüllſchläuchen umwachſen, welche ſich durch Verzweigung und Theilung zur Außenwand des künftigen Peritheciums ausbilden und durch Verzweigung nach innen zu das pſeudoparenchymatiſche Füllgewebe erzeugen. Aus dem Ascogonium wird unmittelbar der einzige auf einer Stielzelle ſitzende Sporenſchlauch. Wo mehrere Asci vorkommen, werden ſie durch Theilung des Ascogons in mehrere Zellen angelegt, deren jede mehrere Ausſackungen bekommt, von welchen ſchließlich einige zu den Sporenſchläuchen ſich ausbilden, während die übrigen

sammt dem Füllgewebe verdrängt werden. — Nun hat man aber, wie oben (S. 448) erwähnt, bei anderen Ascomyceten keine solche Bildungen beobachtet, welche irgend wie die Annahme sexuell differenter Organe rechtfertigten, und man sieht daher auch die sogenannten Ascogonien und Pollinodien als gleichgültige Anastomosen verschlungener Fäden an, die die Anlage des Perithecium bilden.

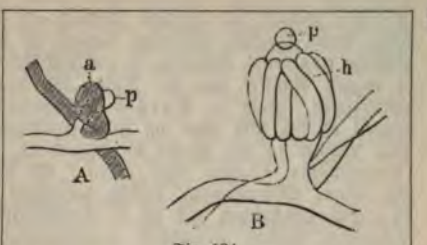


Fig. 534.

A Kreuzungsstelle zweier Mycelfäden eines **Mehlthaupilzes** (*Erysiphe umbelliferārum*), mit dem Ascogon a und dem Pollinodium p. Stark vergrößert.

B Späterer Zustand derselben Bildung von *Erysiphe Castagnei*, in ihrer Entwickelung zum jungen Perithecium; h die Hüllschläuche, welche das Ascogon von unten an umwachsen; p die Spitze des hintenstehenden Pollinodiums. Stark vergrößert. Nach de Bary.

Außer den Perithecien besitzen viele Perisporiaceen noch eine zweite auf demselben Mycelium auftretende Fructification in Gestalt von Conidienträgern (§. 172.), und zwar sind dies conidientragende Fruchthyphen (§. 171.). Dieselben sind die Vorläufer der Perithecien, und sehr häufig kommt es überhaupt nur zur Bildung dieser Conidienträger, indem die Entwickelung von Perithecien oft nur unter bestimmten Bedingungen, bei den Fäulnißbewohnern z. B. nur bei besonders reichlicher Ernährung eintritt. Bei den letzteren sind diese Conidienträger längst als gemeine Schimmelpilze bekannt, wenngleich ihre Zugehörigkeit zu Ascomyceten erst in der neueren Zeit erkannt worden ist. Den einfachsten Bau haben die Conidienträger bei den Mehlthaupilzen (*Erysīphe*). Von den Mycelfäden erheben sich senkrecht über der befallenen Blattfläche einfache, durch Querwände septirte Aeste, die an ihrer Spitze eine einzige, oder meistens durch wiederholte Abschnürung eine Kette von farblosen, länglichrunden, einfachen Conidien erzeugen, welche von oben nach unten in der Reihenfolge ihres Alters abfallen (vergl. Fig. 532, A). Diese Fructificationen betrachtete man früher für selbständige Pilze und brachte sie in die Gattung *Oidium*. So ist auch der Pilz der Traubenkrankheit, *Oidium Tuckĕri* Berk., der conidienbildende Zustand eines Mehlthaupilzes, dessen Perithecien bis jetzt noch unbekannt sind. Der Conidienträger einer Perisporiacee ist auch der gemeinste aller Schimmelpilze, der graugrüne Pinselschimmel (*Penicillium glaucum*, Fig. 525.). Seine aufrechten Fruchthyphen bestehen aus mehreren Gliederzellen und sind oben pinselförmig verzweigt. Auf den pfriemenförmigen Spitzen der Zweige werden Ketten von runden einzelligen Conidien abgeschnürt; es entsteht also auf dem Conidienträger ein Pinsel von Sporenketten. Je nach Nahrhaftigkeit des Substrates erscheinen diese Conidienträger in dürftigerer oder üppiger Entwickelung; sehr kümmerliche Formen sind unverzweigt und tragen nur eine einzige Kette von Conidien. Die üppigsten Formen sind diejenigen, welche man früher mit dem Gattungsnamen *Coremium* Link. bezeichnete, wo mehrere Fruchthyphen zu einem dicken Stamme vereinigt sind, oben auseinander treten und nach der eben geschilderten Art ihre Conidienketten entwickeln. Auch von *Eurotium herbariōrum* sind die Conidienträger in dem vielverbreiteten Schimmelpilze *Aspergillus glaucus* aufgefunden, bei welchem man bisweilen an demselben Mycelfaden, auf welchem Conidienträger stehen, die Anfänge der Perithecien bemerken kann (vergl. Fig. 533, A). Diese Conidienträger sind meist einzellige unverzweigte Fruchthyphen, welche an der Spitze zu einer kolbenförmigen runden Blase anschwellen, aus deren Oberfläche sehr zahlreiche, kurz kegelförmige, wie Stacheln ringsum abstehende Aestchen hervorwachsen. Dieses sind die Basidien, deren jedes eine Kette von einzelligen runden Conidien abschnürt, wodurch anfangs weiße, dann dunkelgraugrüne pulverige Köpfchen entstehen (vergl. Fig. 533, A, c und B).

An mehreren Arten von *Erysīphe*, insbesondere auch an dem Traubenpilze (*Oidium Tuckĕri* Berk.) kommt noch eine andere Fruchtform vor, welche man wegen ihrer Analogie mit gewissen Fruchtträgern bei den Pyrenomyc[illegible]uden

(§. 172.) genannt hat: gestielte Kapseln, die zahlreiche, kleine, farblose, eiförmige Sporen, in einen Schleim eingebettet, enthalten, in welchem dieselben in langen Ranken aus der Spitze der Früchte hervortreten. Nach de Bary's Untersuchungen handelt es sich hier aber um einen fremdartigen Pilz, welcher in der *Erysīphe* schmarotzt, den *Cicinnobŏlus Cesatii* (Fig. 535.). Er besitzt sehr dünne Mycelhyphen, welche diejenigen der *Erysīphe* durchziehen und in die Conidienträger eindringen; letztere verwandelt er unmittelbar in jene Pyknidenfrüchte. In einer oder auch in mehreren übereinanderstehenden jungen Conidien bilden nämlich die Fäden des Schmarotzers, indem sie sich reichlich vermehren und verflechten und in kurze Zellen sich theilen, eine dichte parenchymatische Umkleidung auf der Innenwand der Conidie, die dadurch bedeutend ausgeweitet wird. Auf der Innenseite der so gebildeten allmählich braun werdenden Kapsel werden auf kurzen Basidien die zahlreichen Sporen (Stylosporen) abgeschnürt. Nach de Bary's Beobachtung keimen diese Sporen, ihr Keimschlauch dringt wieder in *Erysīphe*-Zellen ein und erzeugt schließlich abermals die *Cicinnobŏlus*-Frucht.

Fig. 535.
Cicinnobŏlus Cesatīi,
der Schmarotzerpilz auf dem Pilze der Traubenkrankheit. m das feinfädige Mycelium desselben im Innern des Mycels und einer Fruchthyphe des Traubenpilzes; p die Pyknidenfrucht des Schmarotzers, in einer ausgeweiteten Conidie gebildet; r die in Ranken ausgestoßenen Sporen. Stark vergrößert. Nach de Bary.

Vom Entwickelungsgange der Perisporiaceen ist bekannt, daß die Conidien sehr leicht und zwar unmittelbar nach der Reife keimen, und daß ihre Keimschläuche ein Mycelium entwickeln, welches rasch wieder Conidienträger erzeugt. Dies gilt sowohl von den oben genannten Schimmelpilzen *Penicillium glaucum* und *Aspergillus glaucus*, als auch von den Mehlthaupilzen. Die in den Perithecien erzeugten Ascosporen sind meist erst nach einer Ruheperiode keimfähig, z. B. bei *Erysīphe* erst im nächsten Frühlinge, sie sind also Dauer- oder Wintersporen. Von den Ascosporen des *Penicillium glaucum* und des *Eurotium*, sowie von denen der *Erysīphe graminis* ist die Entwickelung zu einem neuen Mycelium mit Conidienträgern beobachtet worden.

Literatur über Perisporiaceen: Tulasne, Selecta fungorum carpologia. I. Paris 1860. — de Bary und Woronin, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. 3. Reihe. Frankfurt 1870. — Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. Leipzig 1872—1874. — Van Tieghem, Sur le developpement de quelques ascomycètes in Bulletin de la soc. bot. de France. 1877. — Wilhelm, Beiträge zur Kenntniß der Pilzgattung Aspergillus. Berlin 1877.

2. Familie. Trüffelpilze. Tuberacĕae[1] (§. 172.).

§. 174. Die Trüffelpilze leben vollständig unterirdisch; sie besitzen ein freifädiges, im Boden ausgebreitetes Mycelium und knollenförmige, Trüffeln genannte Fruchtkörper, welche die Sporenschläuche in ihrem Inneren enthalten. Sie wachsen nur unter lebenden Bäumen, und es ist mehrfach nachgewiesen, daß ihr Mycelium sich an die lebenden Pflanzenwurzeln ansetzt und parasitisch auf ihnen lebt, wodurch dieselben mehr oder weniger degenerirt werden.

Die Fruchtkörper sitzen entweder mit ihrer Basis dem Mycelium auf; oder sie sind im Jugendzustande ganz von demselben umgeben, dieses verschwindet aber später und die Trüffel bleibt allein zurück. Der äußere Theil dieser Fruchtkörper wir

1) Von tuber, eigentlich Knolle, dann schon bei Plinius Trüffel.

von einer meist dicken Schale, **Peridie**[1] genannt, gebildet, welche an der Oberfläche glatt oder warzig, stachelig oder mit gefurchten Vertiefungen versehen ist und aus einem pseudoparenchymatischen Gewebe besteht. Es läßt sich an ihr eine äußere und eine innere Schicht unterscheiden; die erstere ist durch dickere und braune Zellenwände ausgezeichnet. Das Innere der Fruchtkörper zeigt einen nach Gattungen verschiedenen Bau. Bei *Elaphomyces* bildet das von der Peridie ausgehende und das Innere durchsetzende Hyphengeflecht Lücken, welche von dem fructificirenden Gewebe ausgefüllt sind; letzteres besteht aus dicken, gekrümmten Hyphen, die an ihren Enden die Sporenschläuche tragen. Hier lösen sich zur Reifezeit die fructificirenden Zellen sammt den Sporenschläuchen gallertartig auf, und die reifen Sporen liegen zuletzt lose zwischen dem zurückbleibenden zarten sterilen Geflechte, welches dann als **Haargeflecht** (capillitium[2]) bezeichnet wird. Bei den echten Tuberaceengattungen aber wird das Innere des Fruchtkörpers durchzogen von dunklen Adern, die von der Peridie ausgehen und zwischen sich viele enge unregelmäßig gewundene und verzweigte **Kammern** abschließen. Der Innenraum der letzteren wird schon im jungen Zustande von einem dichten, luftführenden, weißen Geflecht von Hyphen ausgefüllt; auf der Fläche der Kammerwände aber entwickelt sich ein dickes **Hymenium**[3] d. i. eine Gewebeschicht, in welcher die Sporenschläuche zur Entwickelung kommen. Dieses Gewebe ist ein Geflecht von Hyphen, welche von den Kammerwänden entspringen und welche auf ihren Zweigen allenthalben die Sporenschläuche tragen; wegen der dunkeln Farbe der Sporen erscheint dieses stark entwickelte Gewebe ebenfalls dunkel. Auf dem Durchschnitte einer Trüffel sind die weißen Adern das Füllgewebe der Kammern, die braune Grundmasse das fructificirende Gewebe und die dunkleren Adern in demselben die Kammerwände (Fig. 536, A u. C). Die Sporenschläuche sind große kugelförmige Zellen, welche einzeln auf den Zweigspitzen der Hyphen des Hymeniums

§. 174.

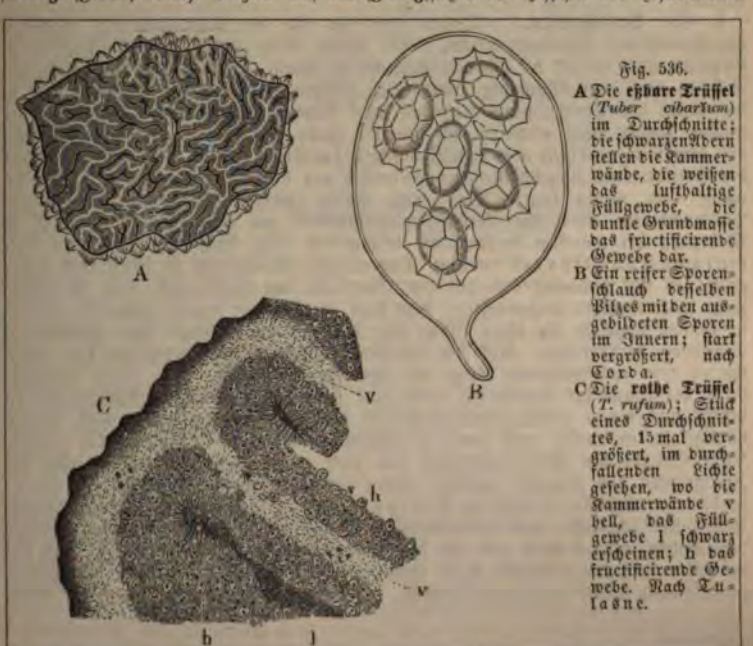


Fig. 536.

A Die **eßbare Trüffel** (*Tuber cibarium*) im Durchschnitte; die schwarzen Adern stellen die Kammerwände, die weißen das lufthaltige Füllgewebe, die dunkle Grundmasse das fructificirende Gewebe dar.

B Ein reifer Sporenschlauch desselben Pilzes mit den ausgebildeten Sporen im Innern; stark vergrößert, nach Corda.

C Die **rothe Trüffel** (*T. rufum*); Stück eines Durchschnittes, 15mal vergrößert, im durchfallenden Lichte gesehen, wo die Kammerwände v hell, das Füllgewebe l schwarz erscheinen; h das fructificirende Gewebe. Nach Tulasne.

1) Gebildet aus περί ringsum. 2) gebildet aus capillus Haar. 3) ☞ Seite 460, Note 1.

sitzen. Jede bildet in ihrem Inneren vier bis sechs, bisweilen nur eine bis drei Sporen, welche aber ungleichzeitig auftreten. Bei der Gattung *Tuber* enthalten sie anfangs gleichmäßig körniges Protoplasma; später ist letzteres nur in einem in der Mitte liegenden kugeligen Hohlraume vorhanden, eine dicke an der Wand liegende Schicht des Protoplasmas hat eine homogene, stark lichtbrechende Beschaffenheit angenommen, ist zu einem sogenannten Epiplasma geworden. Die Sporenbildung erfolgt in dem Protoplasmaraume. Die Sporen von *Tuber* sind runde einfache Zellen mit dunkel gefärbtem Episporium, welches an der Oberfläche mit Stacheln oder mit vorstehenden Leisten versehen ist; bei *Elaphomyces* ist das dunkle Episporium glatt, das Endosporium von ungewöhnlicher Dicke. Eine Entleerung der reifen Sporen aus der Peridie erfolgt nicht; dieselben werden erst frei, wenn die letztere durch Verwesung zerstört wird.

Literatur über Tuberaceen: Tulasne, Fungi hypogaei. Paris 1862. — Boudier, Du parasitisme probable de quelques espèces du genre Elaphomyces etc. in Bulletin de la soc. bot. de France. 1876. pag. 115.

3. Familie. Kernpilze. Pyrenomycētes[1] (§. 172.).

§. 175. Die Kernpilze haben meist ein deutlich entwickeltes Mycelium, welches bei den Saprophyten auf oder in dem Substrat sich ausbreitet, bei den Parasiten gewöhnlich endophyt, seltener epiphyt auftritt. Bei manchen erzeugt es ein Sclerotium (§. 171, 4), welches dann gewöhnlich als Ueberwinterungszustand im Entwickelungsgange des Pilzes auftritt, wie das Mutterkorn bei *Claviceps purpurea* (s. unten).

Bei den meisten Pyrenomyceten kennen wir verschiedenartige Fructificationsorgane. Die Ascosporenfrüchte werden hier als Perithecien bezeichnet. Von den Protosporenfrüchten finden sich bei manchen Arten sämmtliche oben (§. 173.) genannten Formen.

I. Die **Perithecien.**[2] Dieses sind die für die Pyrenomyceten eigentlich charakteristischen Ascosporenfrüchte. Sie stellen kleine runde oder flaschenförmige Behälter dar, welche die Sporenschläuche in ihrem Inneren enthalten und am Scheitel eine enge Mündung (ostiŏlum) besitzen, die bald als bloßer Porus in der Wand des Peritheciums, bald als kurze Papille, bald auch als ein mehr oder minder langer Hals erscheint; im letzteren Falle unterscheidet man den Halstheil von dem übrigen Theile oder dem Bauchtheile des Peritheciums. Der von der Wand des Peritheciums eingeschlossene, vornehmlich aus den Sporenschläuchen bestehende, weiße und weiche innere Theil wird Kern (nucleus) genannt. Bei vielen Pyrenomyceten sitzen die Perithecien unmittelbar auf dem Mycelium, meist in Mehrzahl, bei manchen heerdenweise beisammen (Fig. 538, A); man kann diese einfache Fruchtkörper nennen. Das einzelne Perithecium ist selten über 1 mm groß; es sitzt entweder frei auf der Oberfläche des Substrates, oder ist diesem mehr oder weniger eingewachsen; stets liegt es aber mit seinem Scheiteltheile frei, sei es daß ungefähr die obere Hälfte oder daß nur die papillen- oder halsförmige Mündung hervorragen. Auf den befallenen Pflanzentheilen erscheinen diese Perithecien dem unbewaffneten Auge als schwarze Pünktchen. Im reifen Zustande besitzt die Wand der Perithecien meist eine feste, kohlig spröde Beschaffenheit; sie besteht aus einem pseudoparenchymatischen Gewebe festverbundener, meist braunhäutiger Zellen, welche nach innen zu allmählich kleiner, zarter und farblos werden. Vom Grunde der Peritheciumhöhle und diese ganz ausfüllend erheben sich, als Zweige von den innersten weichen Zellen der Wand entspringend die Sporenschläuche oder Asci, und die Paraphysen.[3] Die ersteren sind große einfache Zellen von schlauch- oder keulenförmiger Gestalt mit mehr oder minder stielartig verdünntem unteren Ende und mit farbloser zarter Membran (Fig 537, B, 538, B); im reifen Zustande enthalten sie in ihrem Inneren die Sporen. Unter Paraphysen versteht man dünne haarartige Gebilde, welche einzellig sind oder aus einer Reihe

1) Zusammengesetzt aus πυρήν Kern und μύκης Pilz. 2) ☞ Seite 450, Note 1. 3) παράφυσις Nebenzweig, Nebenfaser, von παραφύω danebenwachsen, weil die Paraphysen zwischen den Sporenschläuchen stehen.

§. 175.

cylindrischer Zellen bestehen und an Länge den Sporenschläuchen gleichkommen oder sie übertreffen (Fig. 538, B); sie finden sich in großer Anzahl zwischen den Sporenschläuchen, bei manchen Arten fehlen sie gänzlich. Die Mündung des Perithecium ist ein enger Kanal, der bei den mit einem Hals versehenen Perithecien sehr lang ist; er wird von ähnlichen aber kürzeren Haaren, sogenannten Periphysen[1] ausgekleidet, welche dicht beisammen stehen und nach außen hin gerichtet sind. Die äußere Oberfläche des Perithecium ist meist glatt, aber in manchen Fällen mit braunen, kürzeren oder längeren Haaren, welche Fortsetzungen der äußeren Zellen der Wand sind, bekleidet. — Sehr eigenthümlich und viel einfacher gebaut sind die Perithecien der Gattung *Laboulbenia*, welche auf Fliegen, auf Nycterobien (I. §. 495, 6) und auf dem Käfer *Nebria brunnea* (I. §. 338, 5) schmarotzen. Sie haben einen aus zwei übereinander stehenden cylindrischen, dickwandigen, braunen Zellen bestehenden Träger, dessen unteres Ende nicht von einem eigentlichen Mycelium entspringt, sondern nur mit einem kurzen, kugligen Haustorium (S. 443) festsitzt, welches durch die Haut des Insektes getrieben ist; das Perithecium selbst steht auf einigen kurzen nebeneinanderliegenden Zellen, welche auf dem Ende des Trägers sitzen; die Wand des Bauchtheiles wird von einem, die des Halstheiles von zwei Stockwerken lang gestreckter, palisadenförmiger, brauner Zellen gebildet; die Asci entspringen im Grunde der Peritheciumhöhle. Seitlich am Ende des Trägers sitzt hier ein zweigartiges Organ von zweifelhafter Bedeutung, bestehend aus einer größeren Basalzelle und einer Reihe schief übereinander stehender mit Spitzen endigender Zellen. — Viele Pyrenomyceten haben zusammengesetzte Fruchtträger: Körper von bestimmter Gestalt, auf oder in denen die Perithecien, von wesentlich dem gleichen Baue wie die einfachen, in Mehrzahl

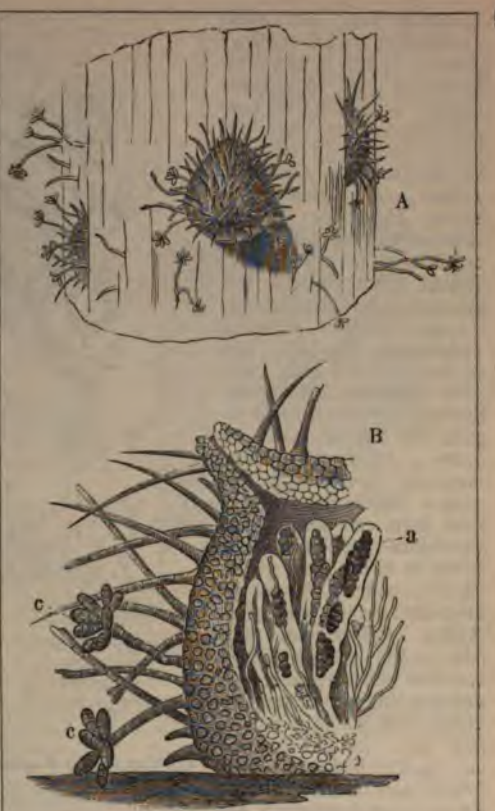


Fig. 537.

Pleospŏra polytricha Tul.

A Stück eines alten Haferhalmes mit einem erwachsenen und einigen jungen Perithecien und mit mehreren conidienbildenden Fruchthyphen (*Cladosporium*), wie solche auch aus der Außenwand der Perithecien entspringen. 30fach vergrößert. Nach Tulasne.

B Dünner verticaler Durchschnitt durch ein Perithecium. a die im Innern befindlichen Asci. Auf der Außenseite haarähnliche Hyphen, welche bei cc Conidien tragen. Etwa 125fach vergrößert. Nach Tulasne.

1) Περίφυσις das Herumgewachsene, von περιφύω herumwachsen.

§. 175. vorhanden sind. Ein solcher Fruchtträger wird Stroma[1] genannt; er tritt je nach Gattungen in sehr verschiedenen Formen auf. Ein flach ausgebreitetes Lager ohne bestimmte Umrisse ist er z. B. bei *Eutypa lata*, *Dothidĕa*, *Polystīgma*, *Epichlōe typhīna*, *Hypocrĕa*; die Perithecien sitzen hier zahlreich in dem Stroma in einer einfachen Schicht neben einander und münden an der Oberfläche des Stroma (*Eutypa*, *Dothidĕa*, *Polystīgma*, Fig. 539.), oder sie sitzen frei auf dieser Oberfläche (*Epichlōe*). Nicht selten kommen in diesem Stroma zugleich mit den Perithecien die unten zu erwähnenden Spermogonien vor, welche in gleicher Anordnung zwischen jenen sitzen, oder auch vor den Perithecien gebildet werden, welche in diesem Falle erst erscheinen, nachdem die Spermogonien vorüber sind (*Dothidĕa*, *Polystīgma*, Fig. 539.). In anderen Fällen hat das Stroma eine bestimmter umschriebene, polster-, kissen- oder kegelförmige Gestalt und wächst entweder auf der Oberfläche des Substrates, oder entsteht in demselben, nämlich innerhalb der Rinde oder auf dem Holze abgestorbener Zweige und durchbricht mit seinem Scheitel das Periderm. In diesen Körpern sitzen die Perithecien in größerer oder in geringerer Anzahl, bald in einer einfachen Schicht nur in den peripherischen Theilen des kissenförmigen Stroma, unter dessen Oberfläche (Hypoxȳlon), bald demselben bis auf den Grund eingesenkt, wobei sie entweder eine regelmäßige Gestalt haben (Diatrȳpe) oder unregelmäßig, nämlich symmetrisch gestaltet sind, indem sie symmetrisch zum Mittelpunkte des Stroma gelagert sind (Valsa, Diatrypēlla etc.). In diesem letzteren Falle hat nämlich das Stroma ungefähr kegelförmige Gestalt, und die Perithecien sitzen mit ihren Bauchtheilen in dem unteren Theile desselben, während ihre Hälse alle in dem kegelförmigen Scheitel des Stroma zusammenlaufen. Auch hier kommen oft Spermogonien in demselben Stroma mit den Perithecien zusammen, gewöhnlich etwas früher als letztere zur Entwickelung und sitzen meist in der Mitte,

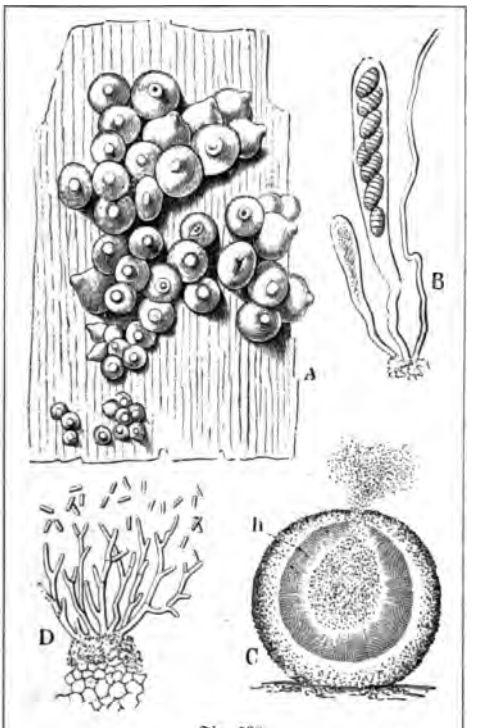


Fig. 538.

Der überziehende Kugelpilz (*Sphaeria obdūcens* Schum.).

A Ein Holzstück von vielen Perithecien überzogen; die kleineren sind Spermogonien (S. 447). Etwa 20fach vergrößert.

B Ein ausgebildeter Ascus mit acht mehrzelligen braunen Sporen, ein junger Ascus und eine Paraphyse, wie solche in großer Anzahl in jedem Perithecium enthalten sind. 380fach vergrößert.

C Ein Spermogonium, vertical durchschnitten, im Inneren mit Spermatien erfüllt und durch die Mündung an der Spitze solche entleerend; h die Hymeniumschicht. Etwa 70fach vergrößert.

D Ein kleines Stück der Hymeniumschicht des Spermogoniums mit ihren verzweigten Basidien, welche die Spermatien abschnüren. 380fach vergrößert. Nach Tulasne.

1) Στρῶμα das Hingebreitete, die Unterlage.

§. 175.

Fig. 539.

Polystigma rubrum Tul.

A Durchschnitt durch das rothe polsterförmige Stroma des Pilzes in einem Pflaumenblatte, bei c die eingesenkten Spermogonien, deren einige bei s ihre Spermatien in Schleimwolken ausstoßen. Schwach vergrößert.

B Durchschnitt eines Spermogoniums. sp Spermatien, die sich durch den Schnitt vom Hymenium, welches die Innenwand auskleidet, losgelöst haben. o Mündung des Spermogoniums. Stark vergrößert. Nach Tulasne.

C Einige hakenförmige Spermatien, stärker vergrößert.

D Durchschnitt durch ein älteres Stroma in dem abgefallenen und verwesenden Blatte, wo während des Winters an Stelle der verschwundenen Spermogonien neue Behälter, die Perithecien, sich gebildet haben, von denen eins in der Figur durchschnitten ist. a Sporenschlauch, sp daraus entleerte Sporen. Stark vergrößert. Nach Tulasne.

so daß die Perithecien rings um sie herumstehen (*Valsa*), oder im oberen Theile des Stroma über den später sich bildenden Perithecien (*Aglaospŏra*). Manche haben aufrechte Stromata, nämlich keulenförmige (*Cordȳceps militāris*), oder stiel- und verzweigt strauchförmige (*Xylaria*, Fig. 541.), oder becherförmige (*Poronia*) oder gestielt kopfförmige (*Clavíceps*, Fig. 555.); die Perithecien sind dann in großer Anzahl der Keule, den Zweigen, der Oberseite des Bechers, der Oberfläche des Kopfes und zwar wiederum in einer peripherischen Schicht eingesenkt, so daß ihre Mündungen frei liegen. Das Gewebe dieser Stromata besteht aus einem Pseudoparenchym, welches oft an der Peripherie gefärbt und am dichtesten und kleinzelligsten, nach innen lockerer und großzelliger ist, so daß man dann Rinde und Mark unterscheidet. Das an die eingesenkten Perithecien angrenzende Gewebe ist gewöhnlich ebenfalls durch größere Dichte und engere Zellen ausgezeichnet, so daß es gewissermaßen eine äußere Wandschicht des Peritheciums darstellt; in anderen Fällen läßt sich eine solche Schicht nicht unterscheiden, der Kern und die ihn umgebende zarte innere Wandschicht des Peritheciums sind der Stromasubstanz unmittelbar eingesenkt; so bei *Clavíceps* und *Dothidĕa*.

In jedem Perithecium sind meist zahlreiche Sporenschläuche enthalten. Entweder bilden sie einen aus dem Grunde der Höhlung entspringenden Büschel, oder bekleiden in einer zusammenhängenden Schicht parallel nebeneinander stehend den größten

§. 175.

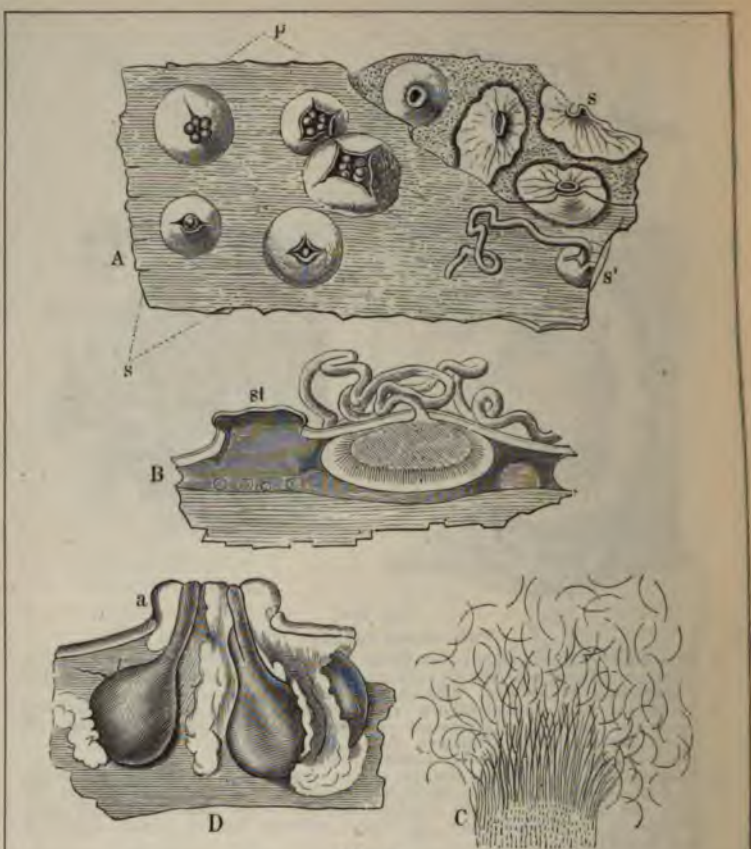


Fig. 540.

Quaternaria Persoonii Tul. (**Valsa quaternata** Fr.).

A Ein Stück Rothbuchenrinde, rechts vom Periderm entblößt, mit in der Rinde wachſenden Perithecienſtromaten p und Spermogonium as beſetzt, welche durch das Periderm hervorbrechen; bei st ein Spermogonium, welches ſeinen Inhalt rankenförmig ausſtößt. Etwa 20fach vergrößert.

B Verticaler Durchſchnitt durch ein Spermogonium, welches aus ſeiner Mündung den Inhalt als eine lange, gewundene Ranke entleert. Daneben bei st ein hervorbrechendes junges Stroma, in welchem die Anlagen der Perithecien noch nicht deutlich zu ſehen ſind. 30fach vergrößert.

C Stück eines Durchſchnittes durch die Hymeniumſchicht, welche die Innenwand des Spermogoniums auskleidet; mit zahlreichen, gekrümmten Spermatien, welche von fadenförmigen Baſidien abgeſchnürt werden. Sehr ſtark vergrößert.

D Ein Stroma mit Perithecien, vertical durchſchnitten; bei a der durch das Periderm hervorbrechende Scheiteltheil, durch welchen die Hälſe der Perithecien hindurchgehen. 30fach vergrößert. Nach Tulasne.

Theil der Innenwand; dieſe aus ſporenbildenden Zellen beſtehende Schicht wird dann Fruchtſchicht oder Hymenium[1] genannt. In jedem Ascus werden die Ascoſporen meiſt zu je acht gebildet, ſeltener zu vier, bisweilen (*Diatrypella*) in ſehr großer Anzahl. Sie erreichen innerhalb des Ascus ziemlich gleichzeitig ihre

1) Ὑμένιον Häutchen.

§. 175.

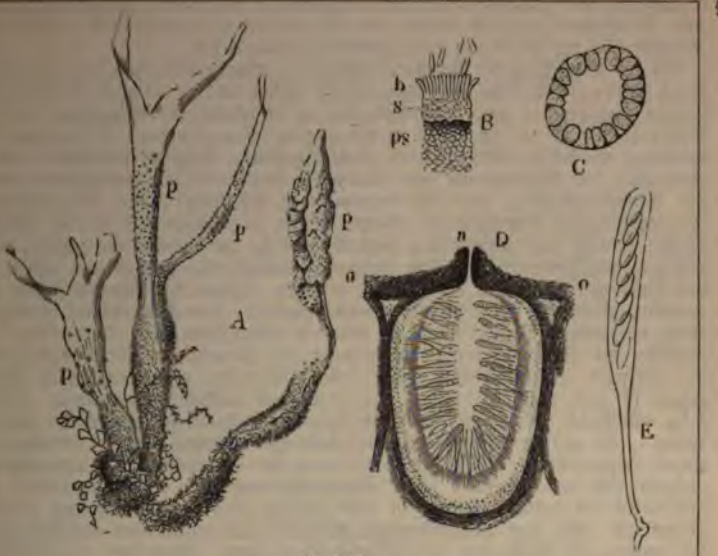


Fig. 541.

Der gemeine Holzpilz (*Xylaria hypoxylon* Grev.).

A Fruchtkörper in natürlicher Größe. Die oberen Theile sind mit dem conidienbildenden Hymenium überzogen und durch die Conidien (S. 447) schneeweiß bestäubt; p die Theile, in denen sich die Perithecien entwickeln. Rechts ein älterer Fruchtkörper, dessen perithecientragender Theil keulenförmig ist.

B Kleines Stück eines Durchschnittes durch die Oberfläche des conidientragenden Theiles. b das Hymenium, aus cylindrischen, einfachen Basidien bestehend, welche spindelförmige Conidien abschnüren. s das zarte subhymeniale Gewebe. ps die schwarze, aus einem festen Pseudoparenchym bestehende Rinde, welche später die Oberfläche bildet, wenn die darüber liegenden Theile s und b vertrocknet und abgestoßen sind. 300fach vergrößert.

C Durchschnitt durch den perithecientragenden Theil, schwach vergrößert. Die Perithecien liegen in einer einfachen peripherischen Schicht und umgeben ein weißes Mark.

D Ein Perithecium, ungefähr 90fach vergrößert. o o die Oberfläche des Fruchtkörpers. n Mündungskanal des Peritheciums. Der helle Kern besteht aus der Hymeniumschicht, welche die innere Oberfläche des Peritheciums auskleidet und Asci und Paraphysen besitzt.

E Ein reifer Ascus mit seinen acht braunen einzelligen Sporen. 300fach vergrößert.

Ausbildung und liegen hier entweder in einer Reihe hintereinander, oder auch in zwei Reihen oder unregelmäßig zusammengeballt, die fadenförmigen bündelartig nebeneinander. Sie sind rund oder oval, oder elliptisch oder spindelförmig oder sogar cylindrisch fadenförmig (*Clavĭceps*); vielfach einzellig; oder zweizellig, wobei sie ovale oder elliptische Gestalt haben und in der Mitte septirt sind (z. B. *Diapōrthe*, *Sphaerēlla*, *Stigmatĕa*); oder bei spindelförmiger Gestalt in eine Reihe von Zellen getheilt (*Raphidospōra*), oder endlich nach mehreren Richtungen durch Scheidewände septirt und dadurch mauerförmig aus vielen Zellen zusammengesetzt (*Pleospōra*, *Cucurbitaria*, viele *Sphaeria*-Arten ꝛc.). Die Sporenmembran ist bald hyalin, bald verschieden tief braun bis schwarz gefärbt. Die Befreiung der Sporen aus den Sporenschläuchen erfolgt meist, indem die Membran des reifen Ascus bei Befeuchtung gänzlich zu Gallert aufquillt, oder es quillt eine innere Schicht der Membran gallertartig auf, sprengt an der Spitze die äußere hautartige Schicht und streckt sich zu einem langen Gallertschlauche aus, in welchem die Sporen enthalten sind und aus dessen Scheitel sie einzeln nach einander hervorgepreßt werden, wie z. B. bei *Sphaeria scirpi* und manchen anderen Pyrenomyceten. Aus dem Perithecium werden dann die Sporen dadurch entfernt, daß die aus der Auf-

lösung der Asci stammende Gallerte tropfenweis aus dem Ostiolum hervorquillt und die Sporen mit sich führt; oder sie werden in trockener Luft langsam nach einander aus der Mündung hervorgeschoben (*Clavíceps*).

Bei der Entstehung der Peritheciem sind an *Sordaria* und *Sphaeria Lemanéae* durch Woronin ähnliche Bildungen wie bei Perisporiaceen, die man für Geschlechtsorgane angesprochen hat, beobachtet worden, nämlich ein Ascogonium und ein Pollinodium, die mit einander in Copulation treten, worauf die weitere Entwickelung wie bei den Perisporiaceen (S. 452) geschieht. Dagegen fand Bauke bei der Entstehung des Peritheciums von *Pleospóra herbárum* kein Ascogonium, indem die Peritheciumanlage nur als ein aus der Theilung einiger Myceliumzellen hervorgegangener Gewebekörper entsteht. Dieser ist anfangs, bis er seine definitive Größe erreicht hat, gleichförmig parenchymatisch, im Innern ein zartes, durchsichtiges, mit Fetttropfen erfülltes Zellgewebe darstellend. Indem nun einige nahe der Basis gelegene Zellen des Markes zu einem Bündel von dünnen Fäden auswachsen, wird das Mark verdrängt und aufgelöst. Der Fadenbündel ist jetzt der Kern des jungen Peritheciums, er stellt die Paraphysen dar. Nach einiger Zeit entstehen die Sporenschläuche mitten unter den Paraphysen als Auszweigungen der untersten Zellen derselben. Die erste Anlage der zusammengesetzten Fruchtträger ist noch nicht beobachtet. Die stiel- und strauchförmigen treten auf als kurze cylindrische Körper, welche durch Spitzenwachsthum sich vergrößern und verzweigen, die gestielt kopfförmigen von *Clavíceps* kommen als ein konischer, aus einem Hyphenbündel bestehender Stiel durch die Sclerotiumrinde hindurch, verlängern sich und schwellen dann oben kopfförmig an. Die lagerförmig ausgebreiteten Stromata erscheinen in ihrer ganzen Ausdehnung simultan auf dem Mycelium. Bei den polsterförmigen unterrindigen entsteht der Scheitel zuerst; der untere, die Perithecien einschließende Theil später. Der Kern der Perithecien selbst entwickelt sich in dem Stroma in ähnlicher Weise wie der der frei wachsenden. Der Perithecienhals wird dadurch angelegt, daß vom Scheitel des ursprünglichen Zellenknäuels ein Bündel Hyphen sich erhebt und daß die peripherischen Theile dieses Bündels die Beschaffenheit der Perithecienwand annehmen, während die mittlen Hyphen resorbirt werden, wodurch der Mündungskanal gebildet wird. Oder der letztere ist gleich von Anfang an vorhanden, indem der Hyphenbündel in seiner Mitte einen Kanal freiläßt (*Epichlóe*).

§. 176. II. **Protosporenfrüchte.** Den Perithecien gehen bei den meisten Pyrenomyceten in der Entwickelung voraus ein oder mehrere Arten Protosporenfrüchte, deren es hier überhaupt folgende giebt. Solche Fruchtformen finden sich übrigens nicht bloß bei Pyrenomyceten, sondern auch bei anderen Schlauchpilzen, insbesondere bei Discomyceten. In den älteren Pilzsystemen bildeten dieselben, weil man sie für selbständige Pilze hielt, eigene Abtheilungen, und auch jetzt ist von den meisten derselben noch nicht bekannt, zu welchen Ascomyceten sie gehören, weil sie oft ohne Perithecien gefunden werden, in welchem Falle man diese Gebilde vorläufig immer noch mit ihrem alten Pilznamen belegen muß. Wir führen im Folgenden die wichtigsten Typen dieser Fruchtformen auf, ohne Rücksicht darauf, ob in jedem Falle die zugehörigen Perithecien bekannt sind.

1) Conidienträger (§. 172.), sehr verschiedenartig gestaltete Fruchtträger, welche darin übereinstimmen, daß sie die Sporen durch Abschnürung und zwar frei an der Oberfläche erzeugen. Diese Sporen werden Conidien (conidium [1]) genannt. Diejenigen Entwickelungszustände, in welchen der Pilz nur diese Conidienträger besitzt, machten in den früheren Pilzsystemen die großen und formenreichen Abtheilungen der Hyphomyceten und Gymnomyceten aus. Die Conidienträger sind

a. conidientragende Fruchthyphen (§. 171.); diese entspringen immer in Mehrzahl, aber jede für sich aus dem Mycelium, erheben sich senkrecht auf dem Substrate und bilden daher meist einen schimmelartigen Ueberzug. Jede Fruchthyphe ist ein Zweig des Myceliums; häufig gliedert sie sich durch Scheidewände in eine Reihe von Zellen; entweder bleibt sie unverzweigt, oder sie treibt Zweige aus den oberen Enden ihrer Zellen. In diesen Verhältnissen, sowie in der

1) ☞ Seite 447, Note 4.

§. 176.

Bildungsweise und der Anordnung der Sporen zeigen die Fruchthyphen große Verschiedenheiten, die wir auf folgende Haupttypen zurückführen können. Entweder zerfällt die Fruchthyphe, wenn sie eine gewisse Größe erreicht hat, selbst in Sporen, indem sie sich in Zellen abtheilt, welche von einander fallen und die Sporen darstellen; sie verschwindet also durch den Sporenbildungsprozeß (z. B. bei *Torula* und *Septonema*, Fig. 542.). Meistens aber geht die Fruchthyphe nicht in der Sporenbildung auf: die Sporen werden vielmehr an der Spitze der Fruchthyphe beziehendlich der Aeste abgeschnürt. Eine einzige Spore auf dem Ende einer einfachen Fruchthyphe findet sich z. B. bei *Acremonium*, bei *Sporidesmium* (Fig. 543.) ꝛc. Oder die Fruchthyphe trägt mehrere Sporen, ein sogenanntes Sporenköpfchen, wenn die Endzelle an ihrem verbreiterten Ende oder zugleich an ihren Seiten, bisweilen an kleinen zackenförmigen Aestchen nebeneinander stehende Sporen abschnürt (Fig. 537.). Viel häufiger treibt die Fruchthyphe Zweige, und dann ist jedes Zweigende zur Sporenbildung bestimmt. Die Verzweigung ist dann meist monopodial, nämlich traubenförmig oder indem die stärkeren Aeste sich weiter verzweigen, rispenförmig; die Zweige können dabei alternirend oder quirlförmig stehen; die sporenbildenden letzten Aestchen werden dann Basidien genannt. In diesen Punkten giebt es große Mannichfaltigkeiten. Eine der com-

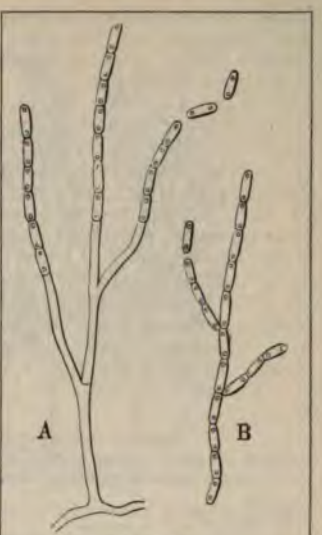


Fig. 542.
Eine **Hastfaser** (*Torula sp.*).
A Eine vom Mycelium entspringende Fruchthyphe, welche sich in Zellen, die Sporen, zu zergliedern beginnt.
B Stück einer solchen, welche schon ganz in Sporen zertheilt ist. 300fach vergrößert.

Fig. 543.
Conidientragende Fruchthyphen von *Sporidesmium putrefaciens* Fuckel auf einem Stück Epidermis eines Runkelrübenblattes. Die Mycelfäden, welche unterhalb der Epidermis wachsen, sind vielfach sichtbar. Durch die Epidermis hervor sind nur die Fruchtträger gewachsen, bei a im ersten Anfange. Bei ss die kurzen Fruchthyphen von *Sporidesmium*, welche zuerst erscheinen; bei sp eine abgefallene Spore. Bei el ein Räschen von Fruchthyphen, welche ihre *Sporidesmium*-Sporen bereits gebildet haben, worauf eine zweite Form von Fruchthyphen von *Cladosporium*-Art erschienen sind, mit einigen abgefallenen Sporen derselben. 200fach vergrößert.

plicirtesten Formen sind die Fruchthyphen von *Acrostalagmus* (Fig. 544.); mehrere der obersten Gliederzellen tragen einen Quirl von Aesten; es stehen also mehrere Quirle übereinander, und die untersten stärksten Aeste können nochmals quirlförmig verzweigt sein. Das Ende jedes Astes trägt eine Dolde gleichlanger, unten etwas erweiterter, oben dünnerer Basidien, welche an ihren Enden die Sporen abschnüren. Zugleich kommt hier der weitverbreitete Fall kettenförmiger Sporenabschnürung vor.

§. 176.

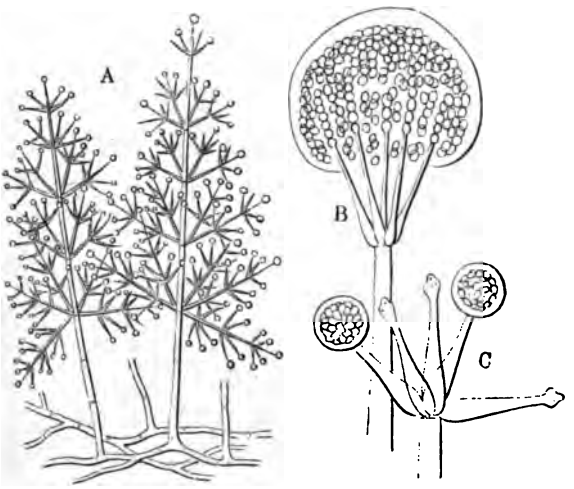


Fig. 544.

Acrostalagmus cinnabarinus Corda.

A Zwei vollständige aus dem Mycelium entspringende Fruchthyphen; auf den Enden ihrer Quirlzweige die durch eine klebrige Substanz in Form eines Köpfchens zusammengehaltenen Sporenketten. Schwach vergrößert. Nach Corda.

B Eine endständige Dolde mit den von ihren Zweigen abgeschnürten Conidien, welche alle zu einem Köpfchen zusammengeklebt sind, bei Zutritt von Wasser dagegen auseinandergehen, weil die klebrige Substanz, welche sie zusammenhält, sich auflöst. Stark vergrößert.

C Eine Dolde, deren einzelne Zweige an mehreren Stellen ihres Endes, also kopfförmig, Conidien abschnüren (die Abschnürungsstellen sind an den sporenlosen Zweigen noch erkennbar). Die Conidien jedes Dolbenzweiges sind zu einem besonderen Köpfchen zusammengeklebt. Stark vergrößert. Nach Corda.

Jede Basidie bildet, nämlich nachdem sie die erste Spore abgeschnürt, unter derselben eine neue, indem ihr Ende abermals anschwillt und durch eine Einschnürung von dem Faden sich abgliedert; so werden Reihen zahlreicher übereinander stehender Sporen gebildet, in denen die untersten die jüngsten sind. Sämmtliche Sporenreihen einer jeden Dolde sind hier durch eine von den Sporen ausgeschiedene klebrige Substanz in ein rothbraunes Köpfchen zusammengeleimt, welches bei Wasserzutritt sofort in die einzelnen Sporen zerfällt.

Die erwähnte kettenförmige Abschnürung ist eine vortheilhafte Einrichtung, um die Fruchtbarkeit des Pilzes zu erhöhen, indem die Zahl der entstehenden Sporen beinahe ins Unbegrenzte wächst, wenn unter Erhaltung der Basidie als solcher nach jeder gebildeten Spore immer wieder eine neue auf der Spitze der Basidie entsteht. Dadurch ist die kettenförmige Sporenabschnürung von dem oben erwähnten bloßen Zerfall von Hyphen in kettenförmig zusammenhängende Sporen unterschieden. Sie ist denn auch bei vielen conidienbildenden Fruchthyphen zu finden; einzeln stehende Sporenketten hat z. B. die gleich zu nennende Gattung *Oidium*; bei anderen Formen kommen kopfförmig beisammenstehende Sporenketten vor.

Wieder eine andere, ebenfalls verbreitete Eigenthümlichkeit, durch welche die Fruchtbarkeit des Pilzes erhöht wird, besteht darin, daß durch die Bildung der ersten Spore oder des ersten Sporenstandes das Wachsthum der Fruchthyphe nicht abgeschlossen wird, sondern daß dieselbe hierauf ein Stück über diesen Punkt hinaus sich verlängert, um dann abermals in der frühern Weise zu fructificiren. Dies kann sich viele Male wiederholen, und man bemerkt daher an den Seiten solcher Fruchthyphen in Abständen übereinander die Stellen, an denen frühere Sporen gesessen haben. Die Hauptaxe wächst dabei entweder in ziemlich gerader

§. 176.

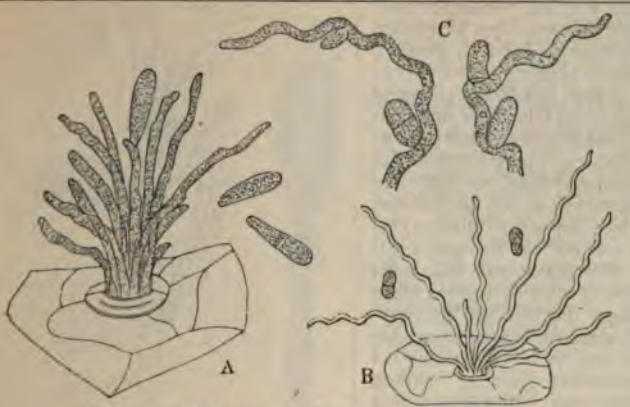


Fig. 545. **Conidientragende Fruchthyphen** von *Ramularia*.

A *Ramularia obovāta* Fuckel, ein Büschel von Fruchthyphen, welcher durch die Spaltöffnung eines Blattes von *Rumex sanguineus* hervorgewachsen ist, mit einigen abgeschnürten Sporen. 300fach vergrößert.

B *Ramularia bistortae* Fuckel, ein Büschel von Fruchthyphen, welcher durch die Spaltöffnung eines Blattes von *Polygonum bistorta* hervorgewachsen ist, mit einigen abgefallenen zweizelligen Sporen. 100fach vergrößert. Die spiralige Krümmung der Hyphen rührt von der Art der Sporenabschnürung her, welche in

C an zwei Enden von Fruchthyphen mit ansitzenden jungen Sporen 300fach vergrößert ist.

Richtung oder sie erleidet bei jeder Durchwachsung eine kleine Ablenkung nach der Seite hin, wodurch sie eine schwach hin- und hergekrümmte, etwas knorrige Gestalt annimmt. Häufig wird bei einem solchen Wachsthume an jedem Punkte allemal nur eine Spore abgeschnürt; so bei den Formen *Ramularia* (Fig. 545.), *Cercospora*, *Cladosporium*, *Polythrincium* ꝛc. Auch bei Fruchthyphen mit Sporenköpfchen kommt Durchwachsung vor; so bei *Arthrobotrys* (Fig. 546.) und *Gonatobotrys*. Endlich kann auch bei kettenförmiger Abschnürung Durchwachsung stattfinden, also die Fruchthyphe zur Seite der Sporenkette weiter wachsen, wie bei *Oidium lactis* (Fig. 547.). In einigen Fällen vereinigen sich die Fruchthyphen derart zu dicken Stämmen, daß sie oben wieder auseinander treten und dann jede für sich nach Art einfacher Fruchthyphen fructificiren; so die Formen, welche als *Isaria* (Fig. 548.) und *Isariopsis* bezeichnet werden. Sie gehören eigentlich schon zu den conidientragenden Stromaten. Die Fruchthyphen der Pyrenomyceten stehen in der Regel auf dem Mycelium; doch entspringen auch manchmal einige, wenn ihre Entwickelung mit derjenigen der Perithecien nahezu gleichzeitig geschieht, aus der äußeren Oberfläche der letzteren, indem oberflächliche Wandzellen derselben zu Fruchthyphen aus-

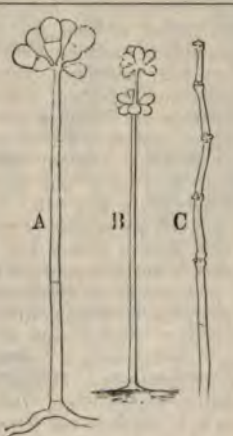


Fig. 546.

Arthrobotrys oligospora Fres.

A Eine aus dem Mycel entspringende Fruchthyphe mit ihrem ersten Sporenköpfchen am Ende.

B Eine Fruchthyphe, die ihr erstes Köpfchen durchwachsen und über demselben ein zweites gebildet hat.

C Eine ältere Fruchthyphe, welche an mehreren Punkten übereinander die Male früherer Sporenköpfchen zeigt. Vergrößert. Nach Fresenius.

§. 176. wachſen, wie bei *Cladosporium*-Conidienträgern auf den Perithecien der *Pleospŏra* (Fig. 537, S. 457).

b) Conidientragende Stromata[1]) ſind Fruchtkörper, welche an ihrer freien Oberfläche mit zahlreichen, dichtſtehenden Baſidien verſehen ſind, welche zuſammen eine gleichmäßige Schicht, ein ſogenanntes Hymenium (S. 460) bilden. Auch dieſe erſcheinen meiſtens getrennt von den die Perithecien bildenden Stromaten und früher als die letzteren, daher ſie von den ältern Mykologen ebenfalls für Repräſentanten eigener Pilzgattungen angeſehen und in die Abtheilung der Gymnomyceten gerechnet wurden. Sie ſtellen dicke, polſterförmige oder dünnere, lagerartige Körper von verſchiedenem Umriſſe dar und beſtehen aus Hyphen, welche zu einem Pſeudoparenchym innig vereinigt, im Inneren oft locker verflochten ſind, und ſind meiſt auf ihrer ganzen freiliegenden Oberfläche, welche bald eben, bald durch viele gyrös gewundene Erhabenheiten und Vertiefungen uneben erſcheint, mit der Hymeniumſchicht überzogen. Letztere wird von ſehr zahlreichen, überall dicht beiſammen ſtehenden, ſenkrecht zur Oberfläche des Stromas gerichteten, kurzen, einfachen, ſeltener verzweigten Baſidien gebildet, welche auf ihrem Ende meiſt eine einzige Conidie abſchnüren (Fig. 549.), bisweilen auch mit Paraphyſen gemengt ſind. Die Sporen werden hier oft in ungeheurer Anzahl erzeugt und ſind häufig in eine von der Hymeniumſchicht abgeſonderte ſchleimige Flüſſigkeit eingebettet. Hierher gehören die Formen *Melanconĭum*, *Stilbospŏra*, *Prosthemĭum*, *Coryněum* (Fig. 549.), *Exosporĭum*, *Tuberculărĭa* u. a., bei denen das Stroma unter dem Periderm abgeſtorbener Baumzweige entſteht als ein kleiner, warzen- oder ſcheibenförmiger Körper, welcher zuletzt durch das aufreißende Periderm hervorbricht. Die Sporen ſind entweder einzellig und von runder oder länglicher Geſtalt (*Melanconĭum*) oder länglich bis keulenförmig und durch Querwände in zwei bis vier hintereinander

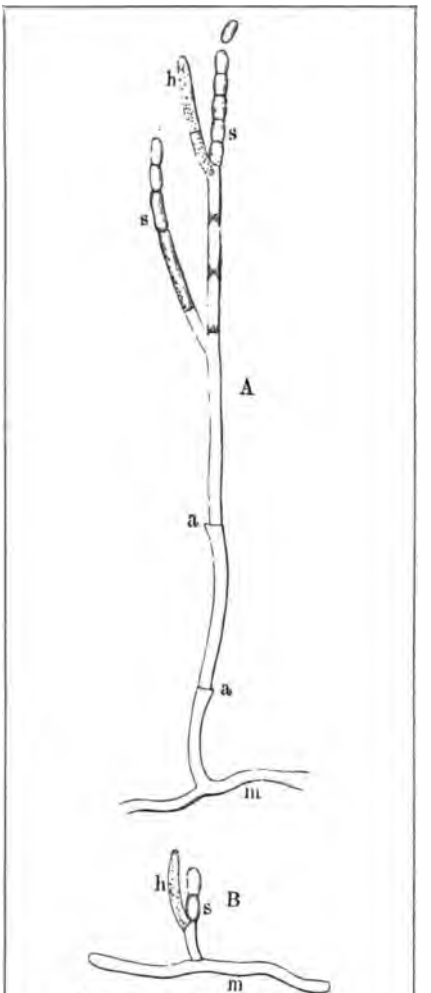


Fig. 547. **Oïdĭum lactis** Fres.

A Eine Fruchthyphe aus einer Mycelhyphe m entſpringend, auf den Enden des Hauptſtammes und eines Zweiges kettenförmige Conidien s abſchnürend. Neben der endſtändigen Conidienreihe bildet die Fruchthyphe einen Seitenzweig h, der das weitere Höhenwachsthum derſelben vermittelt, um nach einiger Zeit wieder mit Conidien abzuſchließen. So entſtehen an der Fruchthyphe die Male a a, wo in jüngeren Zuſtänden Conidien abgeſchnürt worden ſind.

B Eine ganz junge Fruchthyphe, welche ihre erſten Conidien und ihren erſten Zweig bildet. Bezeichnung wie in A. 200fach vergrößert.

1) ☞ Seite 458, Note 1.

§. 176.

Fig. 548.

Die mehlige Isaria (*Isaria farinosa* Fr.).

A Der Pilz in natürlicher Größe auf einer Schmetterlingspuppe, nach Ditmar.

B Ein Conidienträger stärker vergrößert; der Stamm besteht aus vielen mit einander verbundenen Hyphen, der obere keulenförmige bestäubte Theil ist der conidientragende. Nach Ditmar.

C Eine der fructificirenden Hyphen aus dem keulenförmigen Theile des Conidienträgers, zeigt die quirlig stehenden Aestchen mit den in Ketten abgeschnürten Conidien. 390fach vergrößert. Nach de Bary.

liegende oder auch zugleich in nebeneinanderliegende Zellen getheilt (*Stilbospora*, *Coryneum*, *Exosporium*) oder sternförmig aus vier Strahlen zusammengesetzt, deren jeder aus mehreren, von unten nach oben kleiner werdenden Zellen besteht (*Prosthemium*).

Hierher gehört auch die im Entwickelungsgange des Mutterkornpilzes (*Claviceps purpurea* Tul.) auftretende Fructification, welche früher unter dem Namen *Sphacelia segetum* Lév. beschrieben wurde. Sie bildet sich an dem Mycelium, welches in der Roggenblüte den Fruchtknoten an seinem Grunde zerstört und stellt, die Reste des letzteren auf seinem Ende tragend, einen weichen weißen Körper dar, der inwendig aus locker verflochtenen, nach außen fester und pseudoparenchymatisch verbundenen Hyphen be-

Fig. 549.

Die scheibenförmige Keulenspore (*Coryneum disciforme* Kze et Schm.), die Conidienträger von **Melanconis lanciformis** Tul. (*Sphaeria lanciformis* Fr.).

A Ein Stück Birkenrinde mit den daraus hervorbrechenden schwarzen polsterförmigen Stromaten, wenig vergrößert.

B Verticaler Durchschnitt durch ein solches Stroma; pp das Periderm, r die darunter liegende Rinde. h das Hymenium des Fruchtkörpers. Stärker vergrößert. Im unteren Theile dieses Stromas entstehen später die Perithecien.

C Ein kleines Stück des Hymeniums; es besteht aus fadenförmigen Basidien, welche an ihrer Spitze eine einzige, mehrzellige, dunkelgefärbte Conidie abschnüren. Stark vergrößert. Nach Tulasne copirt.

§. 176.

Fig. 550.

Der **Pilz des Mutterkornes** (*Clavíceps purpúrea* Tul.) in seiner Entwickelung zum **Sclerotium (Mutterkorn)**.

A Stück einer Roggenähre mit einem Mutterkorn c, welches auf seiner Spitze noch die Reste der *Sphacelia* s trägt, wenig vergrößert.
B Gesunder Fruchtknoten des Roggens zur Blütezeit, vergrößert.
C Ein vom Pilze veränderter Fruchtknoten; der untere Theil s wird von einem weichen, mit gefurchter Oberfläche versehenen, überall sporenbildenden Pilzkörper, der *Sphacelia*, gebildet; der obere Theil f ist der absterbende, einschrumpfende Fruchtknoten mit den ebenfalls vergehenden beiden Narben; vergrößert.
D Ein weiterer Entwickelungszustand, in welchem die *Sphacelia* s in ihrem unteren Theile sich zu einem Sclerotium (Mutterkorn) umwandelt, welches späterhin sich soweit vergrößert, daß es wie in A erscheint, wo dann die *Sphacelia* vertrocknet und abfällt; p der Rest des Fruchtknotens, vergrößert (nach Tulasne).
E Längsschnitt durch den oberen Theil von D, die gefurchte Beschaffenheit der *Sphacelia* zeigend; Bezeichnung dieselbe (nach Tulasne).
F Stück eines Querschnittes durch die *Sphacelia*, mit den sporenabschnürenden Zellen an der Oberfläche derselben, stark vergrößert (nach Tulasne).

steht und an der ganzen Oberfläche, welche unregelmäßig gewundene Erhabenheiten und Furchen bildet, mit dem Hymenium überzogen ist; letzteres ist eine Schicht dichtstehender einfacher kurzer Fäden, welche an ihrer Spitze länglichrunde, einzellige, farblose Conidien abschnüren, die in einen Schleim gehüllt abgeschieden werden (Fig. 550.)

Bei manchen Pyrenomyceten, welche ein perithecientragendes Stroma (S. 458) besitzen, ist das conidienbildende Stroma mit dem letzteren vereinigt. Bei *Cucurbitária macrospóra* Ces. stehen auf der Oberfläche des polsterförmigen Stromas außer

den Perithecien warzenförmige Stromata, welche an ihrer Oberfläche auf kurzen Basidien zahlreiche gekrümmt spindelförmige, aus einer Reihe von Zellen bestehende Sporen abschnüren und die früher als *Sporidesmium vermiforme* Riess. bezeichnet wurden. Oder das Perithecienstroma selbst ist anfänglich an seiner ganzen Oberfläche mit einem Conidienhymenium überzogen; dies ist der Fall bei der Abtheilung der Xylarieen, wo z. B. das strauchförmige Stroma von *Xylaria* im unreifen Zustande an seiner Oberfläche eine Hymeniumschicht dichtstehender kurzer Basidien mit einfachen Conidien besitzt und durch dieselbe weiß bestäubt erscheint (vergl. Fig. 541, S. 461); erst wenn die Bildung dieser Conidien vorüber ist, entwickeln sich in den peripherischen Theilen des Stromas die eingesenkten Perithecien; in manchen Stromaten dieses Pilzes kommt es gar nicht zur Entwickelung dieser zweiten Früchte. Auch bei der auf Grashalmen und -scheiden schmarotzenden *Epichlöe typhina* ist das lagerförmig ausgebreitete Stroma anfänglich mit einem ähnlichen, conidienerzeugenden Hymenium überzogen, nach dessen Vergehen auf der Stroma-Oberfläche die Perithecien erscheinen. §. 176.

2) Spermogonien (spermogonium,[1] §. 172.), d. s. kapselartige Fruchtkörper, welche eine Höhlung einschließen, auf deren Innenwand eine Hymeniumschicht sich ausbreitet, in welcher von Basidien zahlreiche, sehr kleine einzellige Sporen von runder, länglicher, stäbchen- oder sichelförmiger Gestalt, hier Spermatien[2] genannt, abgeschnürt werden. Oft besitzen sie an ihrem Scheitel eine enge, bisweilen papillen- oder halsförmige Mündung, aus welcher im reifen Zustande eine schleimige Substanz in wurst- oder rankenähnlichen Massen hervorquillt, welche die zahllosen Spermatien einhüllt (Fig. 540, B, 552, A). Oder sie öffnen sich an ihrem Scheitel durch unregelmäßiges Zerreißen der Wand, oder die letztere trennt sich durch einen querumlaufenden Riß ab, in welchem Falle die Spermatien meist nicht durch Schleim entleert werden. Bei den Pyrenomyceten mit einfachen Perithecien sind die Spermogonien mit den letzteren oft in Form, Größe und anatomischem Baue im Wesentlichen übereinstimmend; sie sitzen wie diese entweder auf dem Substrate oder sind demselben eingesenkt, nur mit dem oberen Theile freiliegend. Manche haben auch eine mehr niedergedrückte, halbkugelige oder selbst eine ganz flach aufgewachsene schildförmige Gestalt (Fig. 551.). Sie erscheinen entweder mit den Perithecien gleichzeitig und dann meist zwischen ihnen zerstreut, oder vor ihnen, oder oft ganz ohne dieselben, indem es zahlreiche Spermogonien giebt, mit denen man noch nie Perithecien zusammen gefunden hat. Diese werden vorläufig noch mit den alten Gattungsnamen, die man früher den Spermogonien, als vermeintlich selbständigen Pilzen gegeben hat, bezeichnet. Diese alten Gattungen, welche in den früheren Pilzsystemen zum Theil die Abtheilungen der Sphäropsideen und Phyllosticteen aus-

Fig. 551.

Discosia alnea Fr.

A Stück eines Erlenblattes mit aufsitzenden, schwarzen, punktförmigen Spermogonien, in natürlicher Größe.

B Verticaler Durchschnitt durch ein Spermogonium, welcher die niedergedrückt abgeflachte Gestalt desselben, die ringsum gehende schwarze Wand und die auf dem Grunde stehende Hymeniumschicht zeigt, auf welcher zahlreiche Spermatien abgeschnürt worden sind, welche den Innenraum ganz erfüllen, etwa 90fach vergrößert.

C Ein Stück der Hymeniumschicht; h die kurz cylindrischen Basidien; s die von diesen einzeln abgeschnürten gekrümmten Spermatien. 200fach vergrößert. Vergl. auch die Spermogonien in Fig. 538, S. 458.

1) ☞ Seite 447, Note 5. 2) ☞ Seite 447, Note 6.

§. 176. machten, sind besonders *Sphaeröpsis*, *Vermicularia*, *Phöma*, *Discosia*, *Depazea*, *Leptothyrium*, *Ascochyta*, *Phyllosticta*, *Septoria* ꝛc.

Bei den Pyrenomyceten mit zusammengesetzten Fruchtträgern sind häufig die Spermogonien mit den Perithecien zugleich dem Stroma eingesenkt, gehen aber gewöhnlich der Entwickelung der Perithecien voraus. Wie schon oben angedeutet, erscheinen sie in dem polster- oder lagerförmigen Stroma von *Dothidea* und *Polystigma* eingesenkt und für sich allein; bei letzterer Gattung entstehen die Perithecien sogar erst in der folgenden Vegetationsperiode, nachdem die Spermogonienfructification längst vorüber ist (Fig. 539.). In den kissen- oder kegelförmigen Stromaten der Gattung *Valsa* und Verwandter sind mehrere bis auf den Grund eingesenkte, mit ihren Halstheilen und Mündungen in der Spitze zusammenlaufende Behälter vorhanden, deren mittleres in der Regel ein Spermogonium ist, in dessen Umkreise die übrigen als Perithecien gleichzeitig oder während des Vergehens des Spermogoniums erscheinen (Fig. 552, A); oder die Spermogonien nehmen den oberen Theil des Stromas ein, im unteren entwickeln sich später die Perithecien, und stoßen die Spermogonien ab, wie bei der Gattung *Aglaospora*. Bei vielen Arten von *Valsa* treten aber die Spermogonien getrennt von dem Perithecienstroma auf; sie sitzen dann wie letzteres unter dem Periderm der Baumzweige und durchbrechen dasselbe mit ihren Mündungen. Diese Spermogonien sind meist mehrfächerig: es gehen nämlich von der Wand derselben aus nach innen oft geschlängelte, vollständige und unvollständige Scheidewände, welche den Innenraum in Kammern theilen. Diese Scheidewände bestehen gleich der Außenwand aus einem pseudoparenchymatischen Gewebe und das Hymenium setzt sich auch auf diese continuirlich fort (Fig. 552, B). An ihrem Scheitel besitzen sie meist eine einzige für die einzelnen Fächer gemeinsame Mündung, aus welcher die Spermatien in Schleim eingehüllt hervorgepreßt werden. Diese gefächerten Spermogonien werden auch häufig für sich allein angetroffen und bildeten früher die Gattungen *Cytispora*, *Naemaspora*, *Ceuthospora*, welche einen Theil der Abtheilung der Cytisporeen ausmachten.

Fig. 552.

Valsa nivea Fr.

A Verticaler Durchschnitt durch ein in der Rinde der Zitterpappel sitzendes Stroma, welches in der Mitte ein gefächertes Spermogonium, das seinen Inhalt durch eine gemeinschaftliche Mündung entleert, und an den Seiten Perithecien enthält, die mit ihren Hälsen jedes für sich münden. 20fach vergrößert.

B Stück eines Querdurchschnittes durch ein anderes Stroma, welches nur ein aus vielen Fächern bestehendes Spermogonium enthält, die *Cytispora chrysosperma* Fr. 30fach vergrößert.

C Spermatien dieses Pilzes, 380fach vergrößert. Nach Tulasne.

3) Pykniden[1], den Spermogonien ganz ähnliche Fruchtkörper und von diesen nur durch die S. 448 angegebenen Merkmale unterschieden. Die in ihnen gebildeten Sporen werden Stylosporen[2] genannt. Zwischen Pykniden und Spermogonien besteht keine scharfe Grenze; ja es finden sich sogar Früchte, welche mit Stylosporen und Spermatien zugleich erfüllt sind, wie bei *Aglaospora*. Die Pykniden haben meist eine stärker entwickelte Wand, ähnlich den Perithecien; ihr Hymenium besteht aus bald sehr kurzen, bald längeren fadenförmigen Basidien, deren jedes eine einzige

1) ☞ Seite 448, Note 1. 2) ☞ Seite 448, Note 2.

Spore abschnürt (Fig. 553.). Die Sporen sind von ovaler oder keulenförmiger Gestalt und seltener einzellig, meistens aus zwei oder aus mehreren hintereinander liegenden Zellen zusammengesetzt. Die alten Gattungen *Diplodia*, *Hendersonia*, *Sporocadus* in der Abtheilung der Sphäropsideen bestehen aus Pykniden von Pyrenomyceten.

Fig. 553.

Diplodia visci Fr.

A Durchschnitt durch eine Pyknide, die in der Rinde rr eines Mistelzweiges eingesenkt sitzt und nur mit dem Mündungskanale o durch die Epidermis ee hervorragt. Die Innenfläche ist mit dem Hymenium ausgekleidet. 90 fach vergrößert.

B Ein Stück des Hymeniums mit Paraphysen und mit sehr kurz gestielten einzelligen Stylosporen in verschiedenen Entwickelungszuständen. 200 fach vergrößert.

4) Einige Pyrenomyceten, besonders *Fumago*, *Pleospora* und verwandte Formen, bilden durch Umwandlung von Zellen ihres Myceliums eigenthümliche ein- oder mehrzellige Organe, welche unter geeigneten Bedingungen zu neuen Mycelien sich entwickeln können und darum nicht zu den eigentlichen Fruchtträgern gehören, sondern als vegetative Vermehrungsorgane zu betrachten und als Brutzellen oder Gemmen[1] zu bezeichnen sind. Schon die unveränderten Zellen des Myceliums genannter Pilze sind, wenn das letztere älter geworden und durch Dick- und Braunwerden der Zellmembranen und Erfüllung der Zellen mit Oeltropfen in einen Dauerzustand übergegangen ist, gleichgültig, ob sie mit einander im Verbande oder getrennt sind, fähig zu keimen und zu einem neuen Mycelium sich zu entwickeln. Ihre Umwandlung in Gemmen aber besteht darin, daß sie entweder durch wiederholte Theilung mittelst Querscheidewände und Abrundung der dadurch gebildeten kurzen Gliederzellen in rosenkranzförmige Zellketten übergehen (Formen, die als *Torula* oder *Antennaria* bezeichnet wurden), oder daß sie durch Theilungen in verschiedenen Richtungen zu kleineren oder größeren dunkelgefärbten Zellenconglomeraten (die als *Coniothecium* 2c. bezeichneten Formen) werden.

Entwickelungsgang der Pyrenomyceten. Die beschriebenen vier Fruchtarten §. 177.
finden sich nur bei verhältnißmäßig wenigen Pyrenomyceten sämmtlich. Sie können alle vorhanden sein z. B. bei dem Pilze des Rußthaues *Fumago salicina* (Fig. 554.) und bei Arten von *Pleospora*. Hier kommen sogar mehrere Arten von Conidienträgern vor. Aber auch bei diesen Pilzen fehlt sehr oft eine oder die andere Fruchtform. In vielen Fällen kommt es nicht zur Bildung von Perithecien, so daß die Entwickelung in der Production von Protosporen sich erschöpft. Aber auch wo Perithecien sich entwickeln, brauchen nicht alle Protosporenformen voran zu gehen. Es giebt parasitische Pilze, welche auf lebenden Blättern entweder in der Conidienform (*Ramularia*, *Cercospora*, *Cylindrospora*) oder in der Spermogonienform (*Septoria*, *Phyllosticta*, *Depazea*) auftreten. Wenn diese Pilze Perithecien (Formen von *Sphaerella*) bekommen, was aber sehr häufig nicht der Fall ist, so geschieht es erst an den abgestorbenen und verwesenden Blättern. Es ist zu vermuthen, wiewohl nicht bewiesen, daß hier der Protosporenzustand bald nur in der Conidien- bald nur in der Spermogonienform auftritt. Aber es giebt auch Pyrenomyceten, bei denen gewisse Fruchtarten bestimmt immer fehlen und die vorhandenen ganz regelmäßig aufzutreten pflegen. So besitzen die Arten von *Valsa*, *Diatrype* 2c. keine Conidien; ihr Stroma enthält, wie oben beschrieben, Spermogonien mit Perithecien zusammen (Fig. 552.), oder die Spermogonien erscheinen von den Perithecienstromaten getrennt und dann oft früher (Fig. 540.). Ebenso fehlen die Conidienträger bei *Polystigma rubrum* Tul., dessen aus-

1) Gemma Knospe.

§. 177. gebreitet lagerförmiges Stroma die rothgelben Flecken der lebenden Pflaumenblätter veranlaßt und in dieser Periode nur die zahlreichen Spermogonien enthält (Fig. 539, A, B). Erst wenn das abgefallene Blatt während des Winters zu verwesen beginnt, sind in dem nun braun gewordenen Stroma Perithecien entstanden, deren ovale, farblose, einzellige Ascosporen im Frühjahre reif sind und mit deren Bildung die Entwickelung des Pilzes abschließt (Fig. 539, D). Oder es fehlen die Spermogonien und Pykniden; Conidienträger und Perithecien folgen sich unmittelbar, sogleich oder in zwei getrennten Vegetationsperioden. So haben alle in die Abtheilung der Xylarieen gehörigen Pilze, z. B. *Xylaria*, *Hypoxylon*, *Ustulina*, überhaupt nur ein einziges Stroma, die erstere ein aufrechtes, strauchförmiges, die letzteren ein kissen- oder lagerförmig ausgebreitetes, welches anfangs nur Conidien trägt, die auf einem die Oberfläche überziehenden Hymenium erzeugt werden, mit dem Verschwinden der Conidienbildung aber sogleich in seinen peripherischen Theilen eingesenkte Perithecien entwickelt. Die gleiche Combination und Succession von Fruchtorganen zeigt die auf Insekten lebende *Cordyceps militāris* Link, jedoch mit besonderem Fruchtträger für jede der beiden Sporenformen, indem auf dem durch das Mycelium getödteten Insekt zuerst die früher *Botrytis* genannten Fruchthyphen oder auch keulenförmige Fruchthyphenbüschel, die alte *Isaria farinōsa* Fr. darstellend (Fig. 548, S. 467) erscheinen, während erst später, wenn die Entwickelung dieser Protosporenapparate nachläßt, diejenige des keulenförmigen perithecientragenden Stromas beginnt. Bei *Clavĭceps purpurĕa* Tul. endlich folgen ebenfalls nur Conidienträger und Perithecien einander, aber zwischen das Auftreten beider fällt hier ein steriler Ruhezustand des Myceliums in Form des den Winter überdauernden Sclerotiums (§. 176.), welches das Mutterkorn darstellt. Als Schmarotzer bildet der Pilz in der Roggenblüte ein den Fruchtknoten zerstörendes Mycelium mit dem als *Sphacelia segĕtum* Lév. bezeichneten oben (S. 467) beschriebenen conidientragenden Stroma. Mit dem Aufhören dieser Fructification beginnt im Grunde des Stroma die Entwickelung des zu einem hornförmigen, dunklen, festen Körper heranwachsenden Sclerotium. Dieser Körper keimt, auf feuchtem Boden liegend, erst zu Ausgang des darauf folgenden Winters oder im Frühjahre, indem aus seiner Oberfläche die perithecientragenden Stromata, kleine, gestielte, kugelige Köpfchen hervorbrechen, mit zahlreichen Perithecien, welche den peripherischen Theilen des Köpfchens eingesenkt sind und in ihren Ascis je acht fadenförmige Ascosporen enthalten (Fig. 555.). Es giebt auch Pyrenomyceten, welche oft nur Perithecien bilden, so besonders Arten der Gattungen *Sphaeria*, *Sordaria* und *Chaetomium*, und Kulturversuche (z. B. mit *Sordaria curvŭla* und *Chaetomium*) haben sogar ergeben, daß aus den keimenden Ascosporen ein Mycelium erwächst, welches sogleich wieder nur Perithecien erzeugt. Desgleichen tritt bei der Keimung der Ascosporen von *Laboulbenia* direct wieder Bildung von Perithecien ein.

Fig. 554.
Der Pilz des Rußthaues (*Fumāgo salicīna* Tul.).
m das hautartig ausgebreitete Mycelium, auf welchem gleichzeitig mehrere Arten von Fructificationen sich entwickelt haben, nämlich: pe ein Perithecium, an der Spitze geöffnet mit hervorgedrückten Sporenschläuchen s; zweitens länglich schlauchförmige Behälter, Pykniden p, mit mehrzelligen Stylosporen st; endlich Spermogonien g mit kleinen einzelligen Spermatien sp. Bei m steht eine Anzahl conidientragender Fruchthyphen. Nach Tulasne.

§. 177.

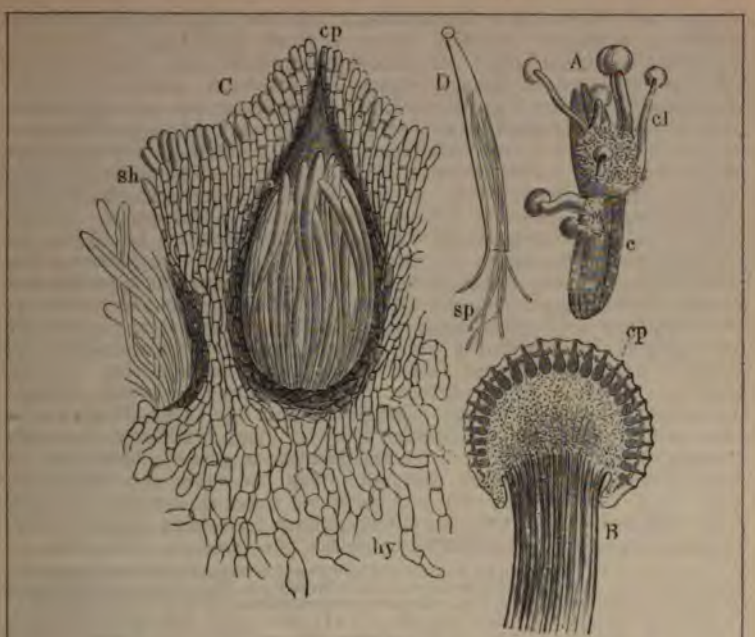


Fig. 555.

Der Pilz des Mutterkornes (*Clavíceps purpurĕa* Tul.), nach Tulasne.

A Ein Sclerotium (Mutterkorn) c, welches Fruchtträger cl bildet; schwach vergrößert.
B Der obere Theil eines Fruchtträgers im Längsschnitte, cp die in den peripherischen Theilen des Kopfes eingesenkten Perithecien, stärker vergrößert.
C Stück eines Durchschnittes durch den perithecientragenden Theil eines Fruchtträgers; sh die äußere Gewebeschicht, hy das innere aus locker verflochtenen Hyphen bestehende Gewebe; cp die Mündung eines Peritheciums; das Innere des letzteren zeigt die Sporenschläuche. Stark vergrößert.
D Ein Ascus, zerrissen und die fadenförmigen Sporen sp entlassend. Stark vergrößert.

Ueber die Bedeutung der verschiedenen Sporenarten der Pyrenomyceten bei der Reproduction kennt man bis jetzt nur folgende größtentheils unvollständige Thatsachen. Bei *Pleospŏra* produciren sowohl die Conidien als auch die Stylosporen und Ascosporen bei der Keimung ein Mycelium, auf welchem in allen drei Fällen wieder Conidienträger oder auch Pykniden oder Perithecien gebildet werden. Doch entsteht hier in der Mehrzahl der Fälle aus jeder Sporenart nur die entsprechende Fruchtform wieder. Aus den Mikrostylosporen (Spermatien) von *Fumāgo*, die sich als keimfähig erwiesen haben, wurden auf Fruchtsäften die verschiedenen Conidienträger dieses Pilzes, sowie Spermogonien und Pykniden gewonnen. Die blattbewohnenden Conidienträgerformen *Ramularĭa*, *Cercospŏra*, *Isariŏpsis* ꝛc. erzeugen aus ihren Conidien einen neuen wiederum conidienbildenden parasitischen Pilz auf Blättern, während die Entwickelung aus Ascosporen noch unbekannt ist. Aus den Conidien der auf Zweigen des Birnbaumes ꝛc. wachsenden *Morthiĕra mespĭli* ließ sich der conidientragende Zustand des nämlichen Pilzes wieder erzeugen, desgleichen aus den Conidien des den sogenannten Brenner auf den Weinrebenblättern erzeugenden Pilzes *Sphacelōma ampelinum*, sowie aus den Conidien (*Tuberculaŕia*) der den Krebs an den Bäumen verursachenden Gattung *Nectrĭa*. Bei *Cordȳceps militāris* entsteht nach de Bary's Versuchen bei Aussaat sowohl der Conidien wie der Ascosporen auf Schmetterlingsraupen unter Erkrankung der Thiere das Mycelium des Pilzes mit den beiden charakteristischen Fructifications-

organen, den vorerwähnten Conidienträgern und dem keulenförmigen Stroma, welches die Perithecien entwickelt. Ferner ist durch Tulasne's, Durieu's und Kühn's Untersuchungen die Entwickelungsgeschichte des Mutterkornpilzes (*Clavĭceps purpurĕa*) vollständig bekannt. Die Ascosporen, welche in den kleinen kopfförmigen Stromaten erzeugt werden, die im Frühjahre aus dem auf feuchtem Boden liegenden Mutterkorn hervorsprossen, bringen, wenn sie in die Blüten des Roggens gelangen, das den Fruchtknoten zerstörende Mycelium hervor, welches dann weiter zu dem conidientragenden Stroma, der *Sphacelĭa segĕtum* (S. 467), und nach dem Vergehen derselben zu dem eigentlichen Mutterkorn sich entwickelt. Die Conidien der *Sphacelĭa* sind sehr leicht keimfähig und erzeugen ebenfalls, wenn sie in gesunde Roggenblüten kommen, ein Mycelium mit der *Sphacelĭa*-Fructification und darauf ein Mutterkorn. Die Ascosporen von *Sordarĭa* entwickeln bei der Keimung ein Mycelium, welches wieder Perithecien, bisweilen auch zugleich Conidienträger erzeugt. Ebenso keimt die Ascospore von *Chaetomĭum* zu einem Mycelium auf, welches direct wieder Perithecien trägt. Sehr eigenthümlich und einfach ist die Entwickelung der auch sonst abweichend sich verhaltenden auf Fliegen schmarotzenden Gattung *Laboulbenĭa*, deren Perithecien oben (S. 457) beschrieben wurden. Die zweizelligen Ascosporen treiben bei ihrer Keimung unmittelbar einen kurzen dünnen Keimschlauch durch die äußere Membran des Körpertheiles, welcher zu dem Haustorium wird. Durch Theilungen der beiden Sporenzellen wird dann direct ein neues Perithecium gebildet, indem aus der oberen Sporenzelle das seitliche Zweiglein entsteht, die untere aber sich in vier Zellen theilt, von denen die zwei untersten zu den beiden Trägerzellen, die dritte zu den Grundzellen des Peritheciums werden, während die oberste durch ihre weiteren Theilungen das Perithecium selbst bildet, welches den Zweig zur Seite drängt.

Literatur über Pyrenomyceten: Tulasne, Selecta fungorum carpologia. Paris 1860—1865. — de Bary und Woronin, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Frankfurt 1870. — de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze ꝛc. Leipzig 1866. — Fuisting, in botanisch. Zeitg. 1868, pag. 179. — Tulasne, in Ann. des sc. nat. XX. pag. 5. — Kühn, Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1859. — de Bary, Zur Kenntniß insektentödtender Pilze, in Botanische Zeitg. 1867 Nr. 1—3. und 1869 Nr. 36 u. 37. — Peyritsch, Beiträge zur Kenntniß der Laboulbenien, in Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wiss. 1871—1875. — Bauke, Beiträge zur Kenntniß der Pykniden, in Nova Acta Acad. Leop. Carol. XXXVIII. 1876, und Botanische Zeitg. 1877, pag. 313. — Zopf, Die Conidienfrüchte von Fumago. Halle 1878. — Sorauer, in Monatsschr. des Vereins zur Beförd. des Gartenbaues in d. kgl. preuß. Staaten. Januar 1878. — Frank, Ueber einige Schmarotzerpilze, welche Blattfleckenkrankheiten verursachen, in Botanische Zeitg. 1878. Nr. 40.

4. Familie. Scheibenpilze. Discomycetes[1] (§. 172.).

§. 178. Die Discomyceten stehen an Formenreichthum den Pyrenomyceten kaum nach; mit diesen zeigen sie auch sonst die meiste Uebereinstimmung, unterscheiden sich aber von ihnen darin, daß die ascusbildenden Fruchtkörper ihre Hymeniumschicht nicht in einer geschlossenen Höhlung bergen, sondern wenigstens zur Reifezeit an der Oberfläche tragen (gymnokarp, S. 439, sind). Gleich jenen schmarotzen viele in lebenden Pflanzentheilen mit einem endophyten Mycelium, und meist erreicht auch hier der Pilz erst nach Absterben des befallenen Pflanzentheiles den Höhepunkt seiner Entwickelung. Andere sind ausschließlich Fäulnißbewohner; sie wachsen nur auf todten Pflanzentheilen, viele auf bloßer Erde, im Waldboden u. s. w. Die sclerotienbildenden Arten von *Peziza* (s. unten) sind sowohl saprophyter wie parasitischer Lebensweise fähig, indem sie ebensowohl auf lebenden wie abgestorbenen Theilen ihrer Nährpflanzen und anderem leblosen Substrate zu gedeihen vermögen.

Die Fruchtkörper, welche die Sporenschläuche erzeugen, treten in den verschiedenartigsten Formen auf. Bei der Abtheilung der Hysteriaceen sind sie den einfachen Perithecien der Pyrenomyceten am ähnlichsten und können auch mit diesem Namen bezeichnet werden. Sie stellen kleine, meist dunkle Behälter von fester Consistenz und elliptischer, gerader oder krummer Gestalt dar, welche meist ihrer ganzen Länge nach dem Substrat aufgewachsen oder demselben so eingesenkt sind, daß wenigstens die obere Seite frei liegt. An dieser letzteren besitzen die meisten

1) Von discus Scheibe und μύκης Pilz, wegen der oft scheibenförmigen Fruchtkörper.

§. 178.

eine Längsspalte, deren Ränder zur Reifezeit lippenartig sich über dem Innenraum öffnen. Die Wand besteht aus einem pseudoparenchymatischen, braunzelligen Gewebe, welches nach innen in die Hymeniumschicht übergeht, die die Grundfläche des Innenraums einnimmt. So bei den auf Stengeln und Blättern schmarotzenden Gattungen *Hysterium*, *Hysterographium* und *Triblidium*, wo die Perithecien mit ihrem längeren Durchmesser meist in der Längsrichtung der Stengel, Stiele und Blätter, beziehendlich der Nerven eingesenkt stehen (Fig. 556.). Bei *Phacidium* öffnet sich der Scheitel des Perithecium durch sternförmiges Aufreißen in mehrere Klappen (Fig. 557.), bei *Stegilla* trennt sich der

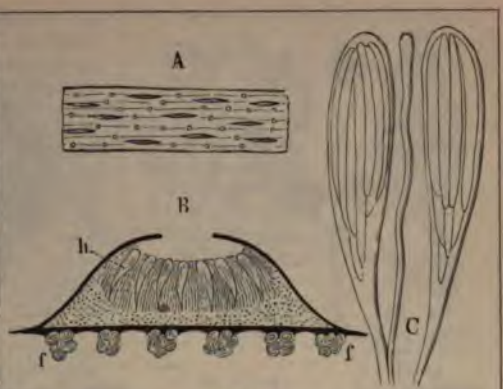


Fig. 556.

Der Binsen-Rißenschorf (*Hysterium scirpinum* Fr.).

A Stück eines Binsenhalmes mit den schwarzen, länglich elliptischen, in der Längsrichtung geordneten, in der Mitte mit einer Längsspalte aufgehenden Perithecien, in natürlicher Größe.

B Durchschnitt durch ein Perithecium, stärker vergrößert. h das Hymenium, über welchem die schwarze Wand des Perithecium spaltenförmig geöffnet ist. f durchschnittene Gruppen von Faserzellen des Binsenhalmes.

C Eine Paraphyse und zwei Asci mit ihren bündelweise beisammenliegenden linealischen Sporen. Stark vergrößert. Nach Corda.

Fig. 557.

Der gezähnte Klappenschorf (*Phacidium dentātum* Schm.).

A Stück eines Eichenblattes von der Unterseite gesehen, mit mehreren Perithecien, von denen das kleinste noch geschlossen, die übrigen über dem Hymenium in zahnförmige Lappen aufgerissen. Schwach vergrößert.

B Senkrechter Durchschnitt durch ein aufgegangenes Perithecium, welches mit seiner unteren Hälfte dem Blattgewebe eingesenkt ist; pt das schwarzgefärbte Gehäuse des Perithecium; h die Hymenialschicht im Innern desselben. Stärker vergrößert.

Scheiteltheil durch einen ringsum gehenden Riß als ein Deckel. Hieran schließt sich als zusammengesetzter Fruchtträger oder Stroma (§. 175.) der polsterförmige, aus Pseudoparenchym mit geschwärzten Rindezellen bestehende, in der Blattmasse sich ausbildende schwarze Körper von *Rhytisma* (Fig. 558.), in welchem viele kreisrund gewundene, an der freien Seite sich öffnende Perithecien enthalten sind. Diese Perithecien entwickeln sich auch gleich denen der Pyrenomyceten, d. h. so daß dieselben von Anfang an massive Gewebekörper sind, an denen sich frühzeitig der helle Kern von der dunkeln Wand differenzirt und aus dem Kern die Hymeniumschicht entsteht.

§. 178.

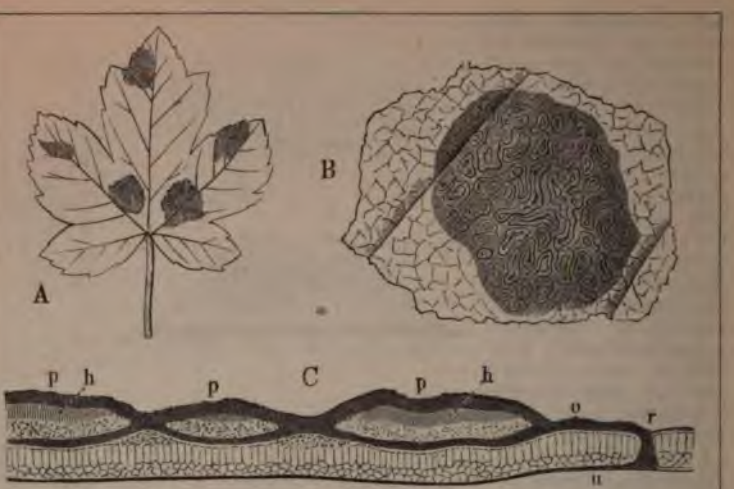


Fig. 558.

Der Ahorn-Runzelschorf (*Rhytisma acerinum* Fr.).

A Blatt von *Acer pseudoplatānus*, mit mehreren schwarzen Flecken (Stromata), verkleinert.
B Stück eines abgestorbenen Blattes mit einem Stroma, welches die zahlreichen gewundenen eingesenkten Perithecien zeigt. Schwach vergrößert.
C Verticaler Durchschnitt durch ein Stück eines solchen Stromas. o obere, u untere Seite des Blattes; bei r der Rand des Stromas; p p p Perithecien, im Inneren des Stromas angelegt und noch vollständig geschlossen. h die Hymeniumschicht, über welcher später das schwarze Gewebe des Stromas aufreißt. 90fach vergrößert.

Im Gegensatze hierzu haben alle übrigen Scheibenpilze Fruchtkörper, die von Anfang an ihr Hymenium an der freien Oberfläche tragen (die eigentlich gymnokarpen, S. 439). Diese sind wieder von äußerst mannichfaltigen Formen und können darnach wieder mit besonderen Namen belegt werden. Zu den einfachsten Formen gehört *Pyronēma*: ein ohne bestimmte Grenzen auf dem Substrate ausgebreitetes hautartiges Lager, dessen ganze freie Oberfläche mit der Hymenialschicht überzogen ist; ferner die kleinen warzenförmigen Fruchtkörper von *Agyrium*, welche ebenfalls an ihrer ganzen freien Oberfläche mit dem Hymenium bekleidet sind. Die Fruchtträger der beiden Abtheilungen Patellariaceen und Pezizeen sind länger oder kürzer gestielte, oder sitzende Teller, Näpfe oder Becher mit mehr oder minder erhobenem oder eingerolltem Rande, an denen nur die von letzterem umsäumte flache oder concave meist anders farbige Oberseite vom Hymenium eingenommen wird (Fig. 561; 563, B). Für diese Fruchtkörper hat man den Namen Becher (cupula) oder Apothecium[1] wegen der Aehnlichkeit mit den gleichnamigen Organen der Flechten (§. 181.) und nennt den mit dem Hymenium versehenen Theil die Scheibe (discus). Sie kommen von kaum Stecknadelkopfgröße bis zu sehr ansehnlichen Dimensionen vor; bald stehen sie frei auf dem Substrate (*Pezīza*, *Ascobōlus* ꝛc.), bald sind sie demselben eingesenkt und liegen nur mit der Hymeniumfläche frei (*Cryptodīscus*, *Stictis*); bei den sclerotienbildenden Arten, wie *Pezīza Fuckeliāna*, *P. sclerotiōrum*, *P. ciborioïdes*, entstehen sie auf den Sclerotien ebenso wie die Fruchtkörper auf den Sclerotien der Pyrenomyceten (S. 472). Die ansehnlichen Fruchtträger der Geoglosseen, Leotiaceen und Helvellaceen endlich sind gestielte keulenförmige (*Geoglōssum*, Fig. 559.) oder kopfförmige (*Leotīa*) oder spatelförmige (*Spathulaŕia*) Körper, bei denen nur der obere verdickte Theil, der oft unregelmäßige Erhöhungen und Vertiefungen zeigt, an seiner ganzen freien Oberfläche mit dem Hymenium überzogen ist, oder aber gestielte hutähnliche Körper, die bald mehr eine unregelmäßig gelappte und buchtig herabgeschlagene Scheibe mit glatter Oberfläche (*Helvēlla*),

1) Abgeleitet von ἀποθήκη Speicher, Lager, hier also Sporenlager.

§. 178.

bald einen ringsum glockenförmig, über den oberen Theil des Stieles herabgehenden Hut mit glatter (*Verpa*) oder netzförmig gefalteter Außenfläche (*Morchella*, Fig. 560.) darstellen, und wobei wiederum das Hymenium nur die obere, beziehendlich äußere Fläche des Hutes, den Erhöhungen und Vertiefungen desselben folgend, überzieht. Die meisten dieser nicht perithecienartigen Fruchtträger bestehen aus deutlichen Hyphen, welche im Stiele parallel aufwärts, in den Bechern und Hüten radial divergirend oder regellos durcheinander geschlungen verlaufen und an der Oberfläche der Körper entweder nur enger und inniger verbunden sind oder Zweige bilden, welche senkrecht zur Oberfläche pallisadenartig geordnet sind. Sehr oft ist die Außenseite und der Rand der Becher, zumal bei vielen Arten von *Peziza*, mit Haaren besetzt, welche Verlängerungen der Hyphen der Rindeschicht sind.

Fig. 559.
Die **grüne Erdzunge** (*Geoglossum viride* Pers.), die gestielten keulenförmigen Fruchtträger in natürlicher Größe. Nach Ditmar.

Fig. 560.
Die **Spitzmorchel** (*Morchella conica* Pers.).
Der gestielte kegelförmige Hut, dessen ganze faltig grubige Außenseite mit dem Hymenium versehen ist; in natürlicher Größe.

Bei allen Discomyceten besteht das Hymenium aus dicht gedrängt stehenden, senkrecht zur Oberfläche gerichteten, meist schlauch- oder länglich keulenförmigen Sporenschläuchen, oft untermengt mit Paraphysen, die denen der Pyrenomyceten gleichen (S. 456). In jedem Sporenschlauche entstehen meist acht Sporen, seltener eine größere Anzahl; dieselben zeigen hier je nach Gattungen ähnliche Verschiedenheiten wie bei den Pyrenomyceten (☞ S. 462). Nach Ausbildung der Sporen verschwindet der größte Theil des übrigen Protoplasmas im Ascus und wird durch wässerige Flüssigkeit ersetzt. Die reifenden Schläuche verlängern sich über das Niveau des Hymeniums, und durch den Druck der Inhaltsflüssigkeit wird endlich der Sporenschlauch an der Spitze zerrissen, wobei die Sporen elastisch ausgespritzt werden. Wenn dies mit vielen oder wie bei *Ascobolus* mit allen Schläuchen des Hymeniums gleichzeitig geschieht, so tritt die Sporenentleerung als ein Stäuben in die Erscheinung; bei den meisten werden aber die Asci einer nach dem andern reif und entleeren sich auch in dieser Reihenfolge.

Auch bei der Entstehung der Ascosporenfrüchte der Discomyceten hat man in einigen Fällen Bildungen beobachtet, die man wie bei den Perisporiaceen und Pyrenomyceten für geschlechtliche Organe erklärt hat. Nach den Untersuchungen de Bary's, Woronin's und Tulasne's an Arten von *Peziza* erheben sich von den Mycelhyphen mehrzellige kurze Zweige, deren Endzelle kugelig anschwillt und das Carpogon[1]) oder Ascogon[1]) darstellt, während aus den darunter stehenden Gliederzellen dünne Schläuche, die Pollinodien[2]), aufwachsen, welche sich mit jenen copuliren, entweder direct oder mit einem von ihr getriebenen kurzen Fortsatz; bei Arten von *Ascobolus* ist das Carpogon ein dicker, wurmförmiger Mycelzweig, von Tulasne Scolecit[3]) genannt, an welchen von benachbarten Mycelzweigen sich Pollinodien anlegen. Nach geschehener Copulation werden diese Organe umwachsen von vielen dünnen Hyphen, die unter ihnen entspringen; diese bilden bald ein dichtes Geflecht, in welchem jene nicht mehr deutlich zu erkennen sind, und welches die jüngste Anlage des Fruchtkörpers ist. Nach Janczewsky's weitergehenden Beobachtungen stammen die Asci, welche sich im Hymenium der jungen Fruchtanlage bilden, bei *Ascobolus* wirklich von dem Carpogon ab, indem dieses zahlreiche Hyphen treibt, welche sich verflechten und das subhymeniale Gewebe bilden, aus welchem die Asci entspringen, während der Fruchtbecher und die Paraphysen

1) ☞ Seite 448, Note 4. 2) ☞ Seite 448, Note 3. 3) ☞ Seite 450, Note 4.
4) von σκώλης Wurm.

§. 178. aus den die Geschlechtsorgane umhüllenden Hyphen hervorgehen. Bei denjenigen *Peziza*-Arten, wo die Apothecien auf einem Sclerotium gebildet werden (s. unten), glaubte man, daß das letztere einem solchen vermeintlichen Geschlechtsacte seine Entstehung verdanke. Man ist nun aber auch bei den Discomyceten genöthigt, die Annahme von Sexualorganen aufzugeben, da nach van Tieghem bei anderen Discomyceten in den dichten Verflechtungen sprossender Fäden, welche die Anlagen der Früchte darstellen, keine solche Differenzirung wahrzunehmen ist. Auch bei der Entstehung der Sclerotien findet nur eine Sprossung und Verflechtung gleichartiger Hyphen statt (s. unten) und die auf den Sclerotien entstehenden Fruchtkörper bilden sich durch Sprossung an beliebigen Stellen der Oberfläche.

In ihrer weiteren Entwickelung stimmen die gymnokarpen Fruchtkörper darin überein, daß das Hymenium gleich bei seiner Anlage an der Oberfläche, nicht im Inneren des Körpers erscheint. Viele mit einem Rand versehenen, besonders die gestielten Becher von *Peziza* sind allerdings in der Jugend vom Rande her eingerollt, das Hymenium daher scheinbar verdeckt. Sie stellen anfangs ein cylindrisches, zugespitztes Körperchen, die Anlage des Stieles dar, welche durch Verlängerung der der Länge nach gerichteten Hyphen an der Spitze sich vergrößert. Der anfangs nach oben zusammengelegte Teller wird dadurch gebildet, daß im Scheitel des cylindrischen Körperchens ein enger Kanal entsteht, indem das Spitzenwachsthum nur an den Rändern weiter geht; die Innenfläche des Kanals ist der Anfang der künftigen hymeniumtragenden Oberseite. Gleichzeitig wachsen Zweige von den Hyphen aus rechtwinklig zur Oberfläche und erzeugen dadurch nach außen die Rinde, nach innen die Hymeniumschicht; beides schreitet in centrifugaler Richtung fort. Später dehnen sich

Fig. 561.

Peziza convexula.

A Senkrechter Durchschnitt durch ein Apothecium S, an welchem unten die Fäden des Myceliums zu sehen sind; p der Rand des Fruchtkörpers, welcher die aus dem Hymenium bestehende Scheibe h einfaßt. Etwa 20fach vergrößert.

B Ein Stück des Hymeniums, 550fach vergrößert. sh das subhymeniale Gewebe, aus dünnen verflochtenen Hyphen bestehend. a—f Sporenschläuche in verschiedenen Entwickelungszuständen, als Zweige aus den subhymenialen Hyphen entspringend; a und b jüngste Zustände; c erwachsener Schlauch vor der Sporenbildung; d im Beginne der Sporenbildung; e und f mit weiter entwickelten je acht Sporen. Die langen dünnen Fäden zwischen den Sporenschläuchen sind die Paraphysen. Nach Sachs.

die Zellen aller Theile aus, der Körper wird dadurch größer, und endlich legt sich §. 178.
der Becher oder Teller auseinander, wodurch das Hymenium sichtbar wird.

Auch bei vielen Discomyceten kommen außer den Ascosporenfrüchten und vor diesen sich entwickelnd Protosporenfrüchte (§. 176.) vor, und zwar dieselben Arten wie bei den Pyrenomyceten (S. 456). Auch hier bleibt der Pilz bisweilen bei der Bildung dieser Früchte stehen, ohne die Entwickelung von Apothecien zu erreichen. Diese Protosporenfrüchte sind:

1) Conidienträger (§. 176.), welche wieder sein können a) Fruchthyphen (§. 176.). Hier sind zu nennen die zu *Pezīza Fuckeliāna* und verwandten Arten gehörigen conidientragenden Fäden, welche früher mit *Botrȳtis cinerĕa* bezeichnet und für einen selbständigen Hyphomyceten gehalten wurden: aufrechte, durch Scheidewände gegliederte Fäden, welche an der Spitze sehr kurze, wiederholt dichotomische Zweige treiben, an denen die Sporen abgeschnürt werden und in Knäueln beisammensitzen; die Sporenstände können von der Fruchthyphe durchwachsen werden, worauf dieselbe wiederum Sporenästchen bildet (Fig. 562.). Das

Fig. 562.

Conidienträger (*Botrȳtis cinerĕa*) der *Pezīza Fuckeliāna*, parasitisch auf lebenden Rapsstengeln.

A und B Fruchtträger, welche von dem endophyten Mycelium aus durch die Epidermis e e hervorgewachsen sind. B unverzweigte, A verzweigte Form von Conidienträgern.

C Anfang der Entstehung der Conidienträger, als Zweige der unter der Epidermis liegenden und durchscheinenden Myceliumfäden m m, büschelweise hervortretend, der obere Büschel zwischen zwei Epidermiszellen, der untere durch eine Spaltöffnung. 130fach vergrößert.

Mycelium, welches diese Conidienträger entwickelt, vermag sowohl parasitisch auf lebenden Pflanzen, als auch saprophyt auf leblosem Substrat zu wachsen. Bei üppiger Ernährung bildet es knollenförmige Sclerotien (§. 171.), welche als Ruhezustände meist bis nach Ablauf des Winters unverändert bleiben. Wenn das Sclerotium keimt, so bringt es bisweilen wieder die *Botrȳtis*-Conidienträger zur Entwickelung; oder es sprossen daraus die gestielten becherförmigen Apothecien (Fig. 563.) hervor, welche bei diesen Pilzen überhaupt nur aus den Sclerotien sich entwickeln können. Aussaat sowohl der Conidien als der Ascosporen dieser Pilze bringt wieder ein Mycelium hervor, auf welchem die Conidienträger und später auch Sclerotien erscheinen können. b) Conidientragende Stromata (§. 176.), welche auf ihrer ganzen freien Oberfläche ein sporenabschnürendes Hymenium besitzen, kommen der *Pezīza fusarioïdes* Berk. zu, wo sie die unter dem Namen *Dacryomȳces urtīcae* Fr. längst bekannten gallertig weichen, roth gefärbten, kleinen polsterförmigen Körper darstellen; ebenso sind die früher als *Corȳne sarcoïdes* Fr. beschriebenen, keulenförmigen Stromata die Conidienapparate von *Bulgaria sarcoïdes* Fr. Das Hymenium dieser Körper wird von dichtgedrängt stehenden verzweigten Basidien gebildet, welche auf ihren Spitzen kettenförmig gereihte Conidien abschnüren. Stielartige Fruchtkörper, deren Hyphen am Ende in einen Kopf auseinandertreten und dort zahlreiche Sporen abschnüren, die alte Gattung *Stilbum* darstellend, sind bei *Helotium aurĕum* gefunden worden.

§. 178.

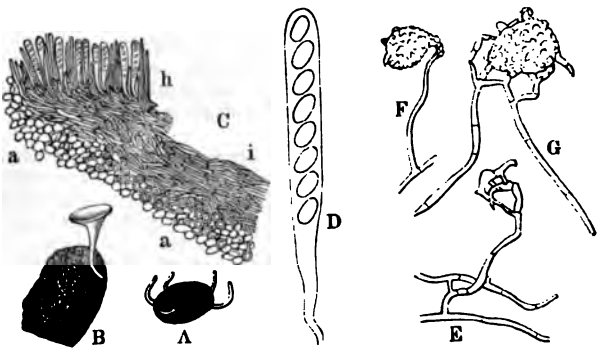


Fig. 563.

Peziza Fuckelliana, Bildung der Sclerotien und der Apothecien.

A Keimendes Sclerotium mit mehreren Anfängen von Apothecien, in natürlicher Größe.
B Sclerotium mit einem ausgebildeten Apothecium, in natürlicher Größe.
C Partie eines Durchſchnittes am Rande eines Apotheciums, beſtehend aus verflochtenen Hyphen i, welche nach außen (a a) in größere Zellen gegliedert ſind, h ein Stück der Scheibe, in welcher die Sporenſchläuche und die Paraphyſen ſichtbar ſind, 150 fach vergrößert.
D Ein einzelner Sporenſchlauch mit ſeinen acht Sporen, 300 fach vergrößert.
E, F, G Anfänge der Bildung der Sclerotien durch Verflechtung von Myceliumfäden. 100 fach vergrößert.

2) Spermogonien mit Spermatien und Pykniden mit Stylosporen, den gleichnamigen Organen der Pyrenomyceten (S. 469 u. 470) in jeder Beziehung gleich, ſind bei den Gattungen *Hysterium*, *Rhytisma*, *Phacidium*, *Stictis*, *Tympanis*, *Dermatea*, *Cenangium*, *Heterosphaeria*, *Durella* und *Peziza* (z. B. *P. arduennensis*, *P. graminis*, *P. calycina*) gefunden worden. Sie ſind dem Subſtrate, beziehendlich dem Stroma bis an ihren freiliegenden Scheitel eingeſenkt da, wo die Perithecien oder Becher die gleiche Lage haben; im andern Falle ſtehen ſie ebenfalls frei. Meiſt treten ſie in unmittelbarer Nähe neben den ascustragenden Früchten auf, werden aber in der Regel zeitiger reif als dieſe (Fig. 564.). In

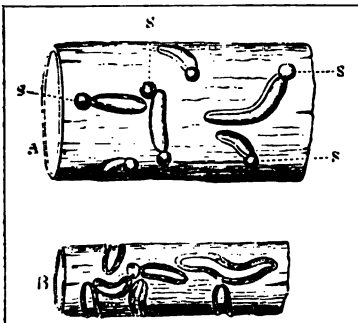


Fig. 564.

Der **Eichen-Ritzenſchorf** (*Trichidium quercinum* Pers., *Hysterium quercinum* Pers.).

A Stück eines Eichenzweiges mit den in der Rinde eingeſenkten, noch nicht geöffneten und noch vom Periderm überzogenen gekrümmten Perithecien, an deren einem Ende meiſt ein ebenfalls eingeſenktes, bereits reifes und hervorgebrochenes rundes Spermogonium s ſichtbar iſt. Schwach vergrößert.
B Ein eben ſolcher Zweig mit einem älteren Zuſtande des Pilzes, wo die ſchwarzen Perithecien hervorgebrochen und mit einer Längsſpalte geöffnet ſind, durch welche die blaſſe Hymeniumſchicht frei gelegt iſt. Schwach vergrößert.

den Ascosporenfrüchten einiger Discomyceten hat man zugleich Spermatien gefunden; ſo ſtehen in einzelnen Bechern der *Peziza benesuada* Tul. an Stelle der Paraphyſen dünne verzweigte Fäden, welche Spermatien abſchnüren und bei *Cenangium frangulae* Tul. ebenſolche Fäden am Rande der tellerförmigen Hymenien.

Literatur über Discomyceten: de Bary, Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Leipzig 1863. — de Bary und Woronin, Beiträge zur Morphologie und Phyſiologie der Pilze. Frankfurt 1866. II. — Tulasne, in Ann. des sc. nat. 5. sér. T. VI. pag. 217. — Janczewski, in Botaniſche Zeitg. 1871, Nr. 18. — Van Tieghem, Botaniſche Zeitg. 1876, Nr. 11.

5. Familie. Gymnoäsci.[1]

§. 179. Den einfachsten Typus der Ascomyceten repräsentirt die kleine Familie der Gymnoasci, indem bei ihnen die Sporenschläuche nackt auf dem Mycelium stehen, nämlich als Zweige unmittelbar aus den Hyphen des Myceliums entspringen, also nicht an einem Fruchtkörper erzeugt werden wie bei allen übrigen Ascomyceten. Mit Ausnahme der Gattung *Gymnoäscus*, dessen Mycelium saprophyt auf Mist wächst, sind sie Parasiten auf Pflanzen. Manche, wie *Exoäscus pruni*, durch den die Pflaumen zu sogenannten Taschen entarten, haben ein entwickeltes Mycelium, welches das ganze Zellgewebe der krankhaft veränderten Theile durchwuchert, indem es zwischen den Zellen hinwächst; seine Hyphen sind durch zahlreiche Querwände septirt und bestehen daher bald aus längeren und dünneren bald aus kürzeren und dickeren Gliederzellen. Die Sporenschläuche werden aus der Oberfläche des befallenen Pflanzentheils hervorgetrieben (Fig. 565, B). Die Myceliumhyphen drängen sich nämlich auch zwischen die Epidermiszellen hinein und breiten sich zwischen diesen und der überziehenden Cuticula (§. 53.) aus. Hier erzeugen sie kurze dicke Zweige, welche nach außen gerichtet sind und, indem sie sich ausdehnen, die Cuticula abheben und durchbrechen und dann als kurz keulenförmige Zellen ein wenig über die Oberfläche hervorwachsen. Aus jedem bildet sich ein Sporenschlauch: es sammelt sich reichliches Protoplasma in dem oberen keulenförmigen Theile dieser Zelle, welcher sich dann durch eine Querwand von dem unteren Theile abgrenzt. Jener ist der Ascus, dieser die Stielzelle desselben (Fig. 565, C). Die Asci werden in großer

Fig. 565.

Der **Pilz der Pflaumentaschen** (*Exoäscus pruni* Fuck.)

A Eine durch den Pilz veränderte Pflaume, eine sogenannte Tasche, in natürlicher Größe.

B Stück eines Durchschnitts durch den oberflächlichen Theil einer solchen Pflaume; e e Epidermiszellen; m Mycelhyphen des Pilzes; s die protoplasmareichen kurzen schlauchförmigen Zellen, welche zu den Asci sich ausbilden und welche bereits die Cuticula c c emporgehoben und zum Theil durchbrochen haben; stark vergrößert. Nach de Bary.

C Asci, welche am Grunde durch eine Scheidewand von einer Stielzelle st sich abgegrenzt haben. In a ist der Ascus noch unreif, in b hat er sechs Sporen in seinem Inneren gebildet. Stark vergrößert. Nach de Bary.

D Sporen, welche in Wasser keimend hefeartige Sprossungen treiben. Nach de Bary.

1) Von γυμνός nackt und ἀσκός Schlauch, weil die Sporenschläuche nicht von einem Fruchtkörper getragen werden, sondern unmittelbar aus dem Mycelium entspringen.

Zahl hervorgetrieben, ohne gerade in eine vollständig zusammenhängende Schicht vereinigt zu sein. Bei der ebenfalls parasitischen Gattung *Ascomyces* ist jeder der zahlreich beisammen wachsenden, zwischen den Epidermiszellen nach außen hervortretenden Asci ein Pflänzchen für sich; er ist an seiner Basis in eine ganz kurze, oft wurzelartig verdünnte, zwischen den Epidermiszellen steckende Zelle verlängert. Hier ist anfangs ein zwischen der Cuticula und der Epidermis wucherndes Mycelium vorhanden, welches zu den einzelnen Sporenschläuchen auswächst. Diese werden dann durch Trennung an ihrer Basis isolirt. Die Sporenschläuche bilden aus einem Theile ihres Protoplasma sechs bis acht, bisweilen auch zahlreichere, runde, einzellige Sporen mit zarter farbloser Membran, welche nach erlangter Reife aus der Spitze des Sporenschlauches herausgeschleudert werden. In Wasser oder Zuckerlösung gebracht zeigen dieselben eine eigenthümliche Keimung in Form hefeartiger Sprossung (S. 438), während sie an der Luft gewöhnliche Keimschläuche bilden.

Literatur über Gymnoasci: de Bary, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Frankfurt 1864. I. pag. 33. — Prillieux, in Bulletin de la soc. bot. de France 1872, pag. 227. — Magnus, in Hedwigia 1874, pag. 135. — Baranetzky, Ueber Gymnoascus, in Botanische Zeitg. 1872, Nr. 10.

6. Familie. Die Flechten. Lichēnes (§. 172.).

§. 180. **I. Der Thallus.** Die Flechten sind Thallophyten, welche mit den Pyrenomyceten und Discomyceten am nächsten verwandt sind, wie aus der Uebereinstimmung ihrer Ascosporenfrüchte mit den Perithecien, beziehendlich den Apothecien der genannten Pilzfamilien hervorgeht. In den Gestaltsverhältnissen und im Bau ihres Thallus verhalten sie sich allerdings meistens entschieden eigenartig, und dies ist der Grund, weshalb die Flechten bis in die neuere Zeit als eine selbständige, von den Pilzen unterschiedene Klasse von Pflanzen betrachtet wurden. Aber auch der Thallus der Flechten zeigt in seiner Zusammensetzung aus Elementarorganen die innigste Verwandtschaft mit den Pilzen darin, daß er wie diese aus fadenförmigen, durch Spitzenwachsthum sich vergrößernden, chlorophyllosen Zellen besteht, welche hier ebenfalls als Hyphen, Fäden oder Fasern bezeichnet werden; und nur durch ein zweites Elementarorgan, welches mit den Hyphen gemengt im Thallus der meisten Flechten auftritt, ist dieser von den Pilzen, welchen dieser Bestandtheil ausnahmslos fehlt, bestimmt unterschieden. Dieses sind die Gonidien (gonidium[1]), chlorophyllhaltige Zellen, meist von ungefähr runder Gestalt, welche mit den Zellen gewisser Algen vollständig übereinstimmen. Sie ertheilen den Flechten die mehr oder minder grüne Färbung und befähigen sie gleich den Algen aus Kohlensäure und Wasser ihre organischen Verbindungen zu bilden, eine Ernährungsweise, deren die Pilze unfähig sind, und welche das Vorkommen der Flechten an der Luft auf der Oberfläche von Gestein, Erde und Baumrinden erklärt, wo denselben außer der kohlensäurehaltigen atmosphärischen Luft nur Wasser und die zur Ernährung nothwendigen anorganischen erdigen Bestandtheile geboten sind.

Für den Flechtenthallus lassen sich, wenn man von einigen noch besonders zu erwähnenden eigenthümlichen Lichenen absieht, folgende vier Hauptformen annehmen, zwischen denen zwar Mittelbildungen vorkommen, die aber zur Bezeichnung der Haupttypen festgehalten werden müssen.

1) Der strauchartige Thallus (*Thallus fruticulōsus*[2], *filamentōsus*[3], *thamnōdes*[4]), wenn er stengel- oder blattähnliche, meist strauchartig verästelte Gestalt besitzt und nur an seiner Basis angewachsen von der Unterlage sich erhebt.

2) Der laub- oder lagerartige Thallus (*Th. frondōsus*[5], *foliacĕus*[6], *placōdes*[7]), wenn er blattartig flach und dünn ist und dem Substrate allenthalben anliegt, jedoch nur an einzelnen Stellen mit demselben durch Haftfasern verbunden ist, daher ohne Zerstörung sich ablösen läßt.

1) Abgeleitet von γόνος die Geburt, das Junge, die Brut. 2) strauchförmig (frutĭcŭlus ein kleiner Strauch). 3) fadenförmig (filamĕntum Faden). 4) strauchartig (θάμνος Gesträuch). 5) laubartig (frons Laub). 6) blattartig. 7) plattenartig, blätterig (πλάξ Tafel, Platte).

3) Der krustige Thallus (*Thallus crustacĕus*[1], *lepŏdes*[2]), wenn er ebenfalls das Substrat überzieht, aber überall in festem Zusammenhange mit demselben steht und daher eine nicht ohne Zerstörung abtrennbare Kruste bildet. §. 180.

4) Der körnige oder staubartige Thallus (*Th. leprōsus*[3], *granulōsus*[4], *amylacĕus*[5]), wenn er krümelige oder staubartige, dem Substrate meist ziemlich locker aufliegende Ueberzüge ohne festen inneren Zusammenhang bildet.

Berücksichtigt man nur den inneren Bau des Thallus, so treten zwei anderweite Unterschiede hervor. Man spricht von einem geschichteten oder heteromeren[6] Thallus (Fig. 566.), wenn auf einem Durchschnitte durch denselben sich mehrere anatomisch differente Schichten bemerken lassen. So treten meist beim strauch- und laubartigen, und vielfach auch beim krustigen Thallus die Gonidien nur in einer gewissen Schicht im Inneren auf, welche Gonidienschicht, Gonidienzone, gonimische Schicht (stratum[7] gonĭmon[8]) genannt wird und ein lockeres, lufthaltiges Geflecht von Fasern bildet, in welchem die Gonidien einzeln und gruppenweise eingestreut sind (Fig. 566.). Durch die Gonidienzone werden zwei andere Schichten getrennt, nämlich die Rindeschicht (stratum[7] corticāle[9]), welche jener außen anliegt und die Oberfläche des Thallus einnimmt, mithin bei den strauchartigen Formen die Glieder rings umzieht, bei den laub- und krustenartigen Thallomen wenigstens die freie Oberseite bekleidet, und die Markschicht (stratum[7] medullāre[10]), welche der Gonidienzone innen anliegt und daher bei den strauchartigen Thallusformen den in der Mitte liegenden Theil, bei den übrigen die unterste Schicht darstellt, welche der Unterlage entweder unmittelbar anliegt oder noch von einer Rindeschicht überzogen ist. Rinde- und Markschicht bestehen lediglich aus Hyphen; mit diesen hängen diejenigen der Gonidienzone zusammen. Am heteromeren Flechtenthallus sind hiernach die Hyphen der wesentliche Bestandtheil, sie allein bedingen seine Gestalt und seine Wachsthumsweise, geradeso wie dies beim Pilzthallus der Fall ist, und die Gonidien sind gleichsam nur fremde Beimengungen in diesem Hyphengewebe. Im Gegensatze hierzu spricht man von einem ungeschichteten oder homöomeren[11] Thallus, wenn die Gonidien gleichmäßig den ganzen Thallus bilden, und die Hyphen nur allenthalben über und zwischen denselben sich ausbreiten, so daß also die vorgenannten Schichten nicht unterschieden werden können. In diesem Falle wird meist durch das Wachsthum und die Vermehrung der Gonidien die Gestalt des Thallus bedingt, letzterer ist also gleichsam eine Alge, an welcher Hyphen vorhanden sind, welche zusammen mit ihr wachsen.

Fig. 566.
Parmelia conspĕrsa Ach.

Stück eines Querdurchschnittes durch den laubartigen Thallus. m die Markschicht. g die Gonidienschicht. ro die Rindeschicht an der Oberseite. ru die Rindeschicht an der Unterseite, deren Zellen bei h zu einem Faserbündel sich entwickelt haben, welches eine der Haftfasern darstellt, mit denen die Flechte auf der Unterlage aufgewachsen ist. 200mal vergrößert.

I. Heteromere Thallusformen.

A. Der **strauchartige Thallus** hat entweder runden Stamm und Aeste von verschiedener Stärke (*Usnĕa*, Fig. 567., *Bryopōgon*), oder er ist mehr oder

1) Krustig. 2) häutig, schalig, schuppig (λέπος Schale). 3) krätzig, schuppig (λέπρα Ausſatz). 4) körnig (granŭlum Körnchen). 5) mehlig (amylum Stärkemehl). 6) ἕτερος anders, ungleich und μέρος Theil, Stück. 7) Schicht. 8) γόνιμος fruchtbar, zur Zeugung geschickt. 9) cortex Rinde. 10) medŭlla Mark. 11) ὅμοιος ähnlich, gleich und μέρος Theil.

§. 180. weniger blattartig bis bandförmig abgeplattet (*Cetraria*, *Ramalina*, *Evernia*, *Hagenia* ꝛc.). Die Verzweigung iſt entweder dichotomiſch oder monopodial (§. 16.). Die Rindeſchicht beſteht meiſtens aus regellos zu einem Pſeudoparenchym dicht verflochtenen Hyphen, bei *Roccella* dagegen aus zur Oberfläche ſenkrecht ſtehenden, locker verbundenen, bei *Usnea*, *Bryopogon*, *Hagenia* aus vorzugsweiſe in longitudinaler, der Oberfläche paralleler Richtung verlaufender Hyphen. Das Mark iſt ein lockeres, lufthaltiges Geflecht nach allen Richtungen gehender Faſern; die äußerſten derſelben gehen in die Rinde über, und an dieſer Stelle liegt die Gonidienzone. Bei *Usnea* iſt die Mitte des Markes noch von einem feſten Strange lückenlos verbundener, longitudinaler Faſern durchzogen. Das untere Ende dieſes Thallus, welches dem Subſtrate aufſitzt, iſt durch Fortſetzungen der Hyphen, die ſich zwiſchen die Beſtandtheile des Subſtrates innig eindrängen, an demſelben befeſtigt. Ein abweichendes Verhalten zeigen manche Arten von *Cladonia* inſofern, als ſie anfänglich einen echten laubartigen Thallus beſitzen, welcher horizontal gerichtete, kleine Schüppchen, die nur oberſeits berindet ſind, darſtellt. Aus dieſen kommen erſt die vertical gerichteten, anſehnlichen, ſtengelförmigen Körper hervor, die man Geſtelle oder Podetien (podetium[1]) nennt (Fig. 568.). Sie ſind meiſt am oberen Ende becherförmig, oder bilden auch mehrfach übereinander geſetzte Stengel und Becher. Dieſe enthalten eine weite Markhöhle, umgeben von einer dünnen längsfaſerigen Markſchicht, und beſitzen keine Rinde, ſo daß die Gonidienſchicht an der Oberfläche bloß liegt. Stellenweiſe aber werden Theile dieſer Schicht von ihren Hyphen rindeartig überſponnen und heben ſich dann mit ihrem unteren Rande vom Podetium ab, um ſich horizontal zu richten. Dann iſt letzteres mit abſtehenden, kleinen, nur oberſeits berindeten Schüppchen beſetzt, welche wie der primäre laubartige Thallus ſich vergrößern und weiter vegetiren können. — Die Verlängerung des ſtrauchartigen Thallus geſchieht einestheils durch Spitzenwachsthum, indem die an der Spitze der Stämme und Aeſte liegenden Hyphenenden im gegenſeitigen Verbande in die Länge wachſen; anderntheils erfolgt aber auch in der Nähe der Spitzen der Thallusglieder eine Streckung der ſchon gebildeten Theile durch Ausdehnung der einzelnen Schichten vorzugsweiſe in der Richtung der Länge.

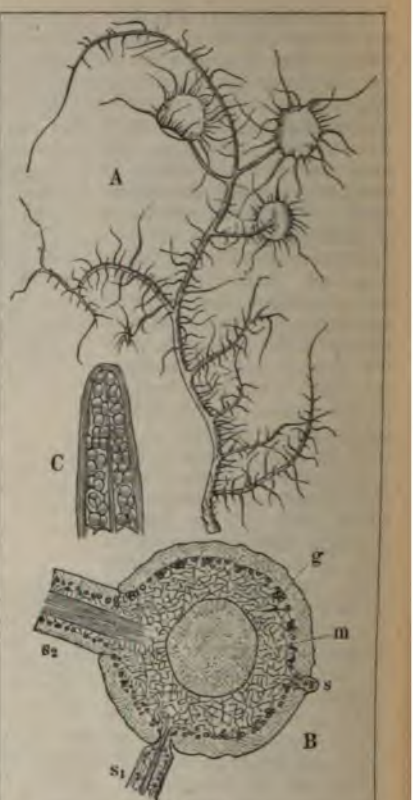


Fig. 567.

Die **Bartflechte** (*Usnea barbata*).

A Der ſtrauchartige Thallus, in natürlicher Größe, mit mehreren Apothecien.

B Querſchnitt durch den Thallus. m das Mark, beſtehend aus einem centralen Faſerſtrange, umgeben von lockerem Faſergeflecht; g die Gonidienzone, um welche die Rindeſchicht ſich erſtreckt. s, s_1, s_2 verſchieden alte Zweige. Vergrößert.

C Längsſchnitt durch die Spitze eines Thalluszweiges, wo die Rindeſchicht, die Gonidienzone und der Markſtrang ſich bis in die Spitze fortſetzen. Stärker vergrößert.

1) Abgeleitet von πούς Fuß.

§. 180.

B. Der **laubartige Thallus** erscheint als ein auf der Unterlage ausgebreiteter, meist blattartig dünner Körper, welcher an seinen Rändern in radialer Richtung fortwächst. Selten ist er ungetheilt und von ungefähr kreisrundem Umriß (*Gyrophŏra, Umbilicaria*), meist bildet er radiale, in centrifugaler Richtung dichotomisch oder handförmig oder fiederförmig getheilte Lappen und ist dabei meist mehr oder weniger faltig uneben (Fig. 569.). Seine freie Oberseite besitzt eine Rindeschicht, welche aus Zellen besteht, die von den Fasern des Markes ausgehen und entweder hyphenartig und zur Oberfläche senkrecht gerichtet sind oder ein Pseudoparenchym darstellen. Die Markschicht ist eine relativ dicke Lage eines lockeren, lufthaltigen Geflechtes cylindrischer, dickwandiger Hyphen, die bald ordnungslos durcheinander geflochten, bald longitudinal gerichtet sind. Bei *Peltigĕra* grenzt die Markschicht unmittelbar an das Substrat; bei den übrigen ist sie von einer Rindeschicht überzogen, welche mit derjenigen der Oberseite im wesentlichen übereinstimmt. Die Gonidienzone befindet sich zwischen dem Marke und der Rindeschicht der Oberseite; ihre Gonidien liegen mehr oder minder dicht zwischen Hyphen, welche vom Marke zur Rinde verlaufen. Die Befestigung am Substrate geschieht durch die Haftfasern oder Rhizinen[1], d. s. haarförmige Bildungen, welche als dünnere oder dickere Hyphenbündel von der Rinde der Unterseite, bei *Peltigĕra* vom Marke ausgehen, mit diesen Geweben gleiche Structur besitzen (Fig. 566.) und an ihrem Ende in das Substrat eindringen. Der laubartige Thallus vergrößert sich durch Randwachsthum, und von der Ungleichmäßigkeit, mit welcher dieses an den einzelnen Punkten fortschreitet, rührt die vielfach lappig getheilte Gestalt dieser Thallusformen her. — Bei einigen (*Psora, Psorōma, Pannaria, Placodium, Endopyrenium*) ist der Thallus, welcher in Gestalt und Wachsthumsweise dem laubartigen völlig gleicht, eher zu dem krustigen Thallus zu rechnen deshalb, weil er dem Substrate

Fig. 568.

Die **gewimperte Säulchenflechte** (*Cladonia fimbriāta* Fr.).
A Trichterförmige Podetien, aus einem kleinschuppigen, laubartigen Thallus entspringend, ohne Apothecien.
B Podetien derselben Flechte mit kopfförmigen Apothecien. Natürliche Größe.

Fig. 569.

Eine **Schildflechte** (*Parmella conspĕrsa* Ach.).
Laubartiger Thallus auf felsiger Unterlage wachsend, mit zahlreichen Apothecien besetzt. Natürliche Größe.

1) Abgeleitet von ῥίζα Wurzel.

§. 180. allenthalben fest aufgewachsen ist, indem hier die Haftfasern die Unterseite gleichmäßig und dicht überziehen, so daß sie mit einander zu einem schwammigen Gewebe verflochten sind, welches dem Substrate angeheftet ist.

C. Der **krustige Thallus** ist ebenfalls ein dünner, aber dem Substrate allenthalben als eine Kruste fest aufgewachsener Körper (Fig. 570.), der sich gleichfalls an seinem Rande in centrifugaler Richtung fortbildet. Er ist entweder gleichmäßig zusammenhängend oder bildet mehr oder weniger scharfgesonderte Felder, Areolen[1]) genannt. Wir unterscheiden an der freiliegenden Seite eine verhältnißmäßig dünne Rindeschicht, gebildet aus dicht aneinanderliegenden Hyphen, welche entweder einen der Oberfläche parallelen Verlauf haben, oder regellos durcheinander geflochten oder in ein Pseudoparenchym umgewandelt sind; darunter liegt eine Gonidienschicht von gewöhnlicher Beschaffenheit; zu unterst eine bisweilen sehr dicke Markschicht, deren Fasern meist ordnungslosen Verlauf haben. Manchen Krustenflechten fehlt auch die Markschicht, indem die Gonidienzone bis an das Substrat reicht. An letzterem ist der krustige Thallus dadurch befestigt, daß an der ganzen unteren Fläche Hyphen in die Zwischenräume des Substrates sich einzwängen, bei den baumrindebewohnenden zwischen die oberflächlichen Zellen des Periderms eindringen, ohne jedoch tiefere Gewebsschichten zu berühren. Die Vergrößerung des Thallus geschieht an seinem Rande. Der aus Areolen bestehende ist nämlich am Rande eingefaßt von einer dem Substrate innig aufliegenden, sehr dünnen, daher oft schwer wahrnehmbaren Lage von Fasern, welche von den jüngsten randständigen Areolen in radialer Richtung ausgehen. Dieser sogenannte Prothallus[2]) erscheint nicht selten als ein mehr oder minder breiter dunkeler oder hellerer Saum um den Thallus. Je nachdem er ringsum gleichmäßig fortwächst oder nicht, wird der Umfang des Thallus kreisrund oder unregelmäßig. In ihm entstehen vor den äußersten jüngsten Areolen neue dergleichen dadurch, daß an ursprünglich getrennten Punkten die Hyphen desselben reichlicher auftreten, sich mehr verflechten und daß in diesen Knäueln zugleich auch die ersten Gonidien erscheinen, worauf die einzelnen Schichten des Thallus in der jungen Areole sich differenziren. Auch wo der Thallus nicht areolirt, sondern eine zusammenhängende Lage ist, wird sein Rand von einem radial wachsenden, nur aus Hyphen bestehenden Saume gebildet, welcher gleich hinter dem Rande in die Dicke zu wachsen beginnt und noch weiter rückwärts sich in die einzelnen Schichten differenzirt. Im lagerartig zusammenhängenden krustigen Thallus kann stellenweise in dem schon ausgebildeten Theile eine stärkere Verdickung des Thallus durch Zunahme der Gonidien- und Markschicht erfolgen, infolge dessen er an diesen Punkten stärker hervortritt, wohl auch dazwischen einreißt, so daß er ebenfalls eine gefelderte Zeichnung erhält, die aber hiernach auf ganz andere Weise als beim echten areolirten Thallus zustande kommt.

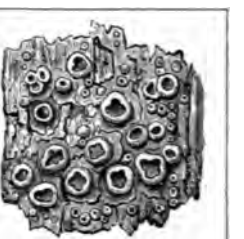


Fig. 570.

Wulfen's Porenflechte (*Pertusaria Wulfenii* DC.), eine Krustenflechte mit Apothecien, auf Gestein wachsend, ein wenig vergrößert. Nach Sachs.

D. Der **körnige Thallus** bildet unbestimmt ausgebreitete Ueberzüge, welche aus Anhäufungen locker zusammenhängender, kleiner Körnchen bestehen, deren Structur einen Unterschied mehrerer Schichten nicht deutlich aufweist, so daß diese Thallusform eher zum homöomeren als zum heteromeren Thallus zu rechnen ist oder die Mitte zwischen beiden hält. Die Körnchen sind zusammengesetzt aus einzelnen oder in Gruppen vereinigten Gonidien und aus kurzästigen Hyphen, welche meist innig um und zwischen die Gonidien gewachsen sind. Diese Körperchen gleichen daher den Soredien (s. S. 492). Von den Hyphen wachsen bisweilen zahlreiche längere verzweigte Fäden aus, durch welche ein feinflockiges, lufthaltiges Geflecht gebildet wird, in welchem die Körnchen nisten. Je nachdem dieses stärker

1) Areŏla ein kleiner freier Platz. 2) zusammengesetzt aus πρῶτος der erste und thallus, soviel als Anfang des Thallus.

§. 180.

oder schwächer entwickelt ist, hat der Thallus mehr flockig zusammenhängende oder mehr pulverig lose Beschaffenheit. Die Vergrößerung des körnigen Thallus geschieht dadurch, daß die Körnchen sich vermehren, indem Hyphen zwischen die Gonidien sich eindrängen und letztere auseinander schieben, worauf diese durch ihre fortgehende Vermehrung zur Bildung neuer Körnchen Veranlassung geben. Für verhältnißmäßig wenige Flechten ist der staubartige Thallus die eigentlich typische Form, so namentlich für *Calycium*, *Baeomyces*. Hierher gehören auch die soeben erwähnten Soredien, welche als vegetative Fortpflanzungsorgane aus dem Thallus sehr vieler Strauch-, Laub- und Krustenflechten sich lösen und sehr häufig, zumal an schattigen, geschützten Orten, in dieser ihrer Form sich fortbilden zu einem körnigen Thallus, der oft große Flächen überzieht, aber unfähig ist die eigentlichen Fructificationsorgane zu erzeugen; diese sterilen sogenannten „Soredialanflüge", welche hiernach den verschiedensten Flechten angehören können, wurden früher für specifische und zwar für die niedrigsten Flechten gehalten und mit den Gattungsnamen *Lepra* und *Pulveraria* bezeichnet.

II. Der **ungeschichtete** oder **homöomere Thallus**, der nur bei verhältnißmäßig wenigen Flechten vorkommt, kann wiederum strauch-, laub- oder krustenförmig auftreten. Zu den strauchartigen Formen gehören die Gattungen *Ephēbe*, *Coenogonium* und *Cystocolēus*. Der erstere stellt einen kleinen vielästigen Körper dar, gebildet aus Reihen blaugrüner Gonidien, welche von einer äußeren gallertartigen Membranschicht umgeben sind und in Form, Wachsthum und Astbildung mit der Algengattung *Sirosiphon* (§. 169.) übereinstimmen (Fig. 571.). Eine Scheitelzelle vermittelt das Spitzenwachsthum jedes Astes und bildet durch Theilung mittelst Querscheidewänden zunächst eine Reihe von Gliederzellen, die weiterhin durch zwei rechtwinklig sich schneidende Längswände in vier Zellen und darauf noch weiter sich theilen, wodurch die Zweige dicker werden. Das Wachsthum und die Gestalt dieser Flechte werden somit nur durch die Gonidien bedingt. In der Gallerthülle sind zarte Hyphen zu bemerken, welche bis zur Scheitelzelle jedes Astes hinauf und bei der Verlängerung des Astes ihr nachwachsen; sie verzweigen sich schon nahe unterhalb der Thallusspitze, und ihre Zweige dringen auch in querer Richtung zwischen die Gonidien ein. — Einen laubartigen homöomeren Thallus haben die Gallertflechten (*Collemaceae*). Er stellt meist unregelmäßig gelappte, krause Massen von gallertartiger Consistenz, ohne lufthaltige Lücken dar; in der Gallert liegen allenthalben Gonidien und Hyphen eingebettet. Die Gonidien sind meist Ketten runder, blaugrüner Zellen, in jeder Beziehung gleich denjenigen, aus welchen die Algen-

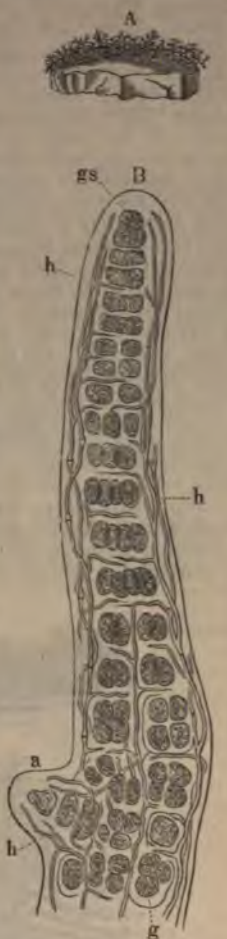


Fig. 571.

Ephēbe pubēscens Fr.

A Die Flechte in natürlicher Größe.
B Ein Zweig des Thallus, 500fach vergrößert; er besteht aus einer Gonidienreihe, welche durch Quertheilung einer Gonidie am Scheitel gs sich fortbildet, während in älteren Stücken auch Theilungen in der Längsrichtung eintreten, wodurch der Zweig verdickt wird und sich verzweigt (bei a). Die Gonidienreihe ist um- und durchwachsen von einzelnen dünnen, farblosen Hyphen h. Nach Sachs.

§. 180. gattung *Nostoc* (§. 169.) besteht; auch die gallertartig aufgequollenen Zellmembranen, welche diesen Algen eigen sind, finden sich hier und bedingen die gallertartige Beschaffenheit des Collemaceen-Thallus. Dieser ist daher gleichsam ein *Nostoc*, welcher von Hyphen durchwachsen ist. Letztere verlaufen in der Mitte des Thallus longitudinal und wenden sich von hier aus entweder in geraden oder in regellos verschlungenen Linien gegen die Oberfläche, wo sie unmittelbar endigen oder eine Oberhaut nachahmend zu einer Lage relativ weiter polyedrischer Zellen sich vereinigen. An der Unterseite wachsen sie in Haare aus, welche als Haftfasern in das Substrat eindringen. — Ein krustenförmiger homöomerer Thallus endlich kommt den Graphideen (Fig. 572 u. 573.) sowie einigen baumrindebewohnenden Pertusarieen und Verrucarieen zu. Er bildet eine sehr dünne Kruste, welche der Oberfläche von Steinen aufsitzt, oder eine dünne Lage, die in dem Periderm von Baumrinden sich ausbreitet; im letzteren Falle ist er von den obersten Peridermschichten überzogen und wird dann unterrindig (hypophlöodisch[1]) genannt. Dieser Thallus besteht aus meist sehr dicht und innig untereinander verflochtenen gleichartigen Hyphen und aus den Gonidien, welche in dieser dünnen Hyphenlage zerstreut liegen.

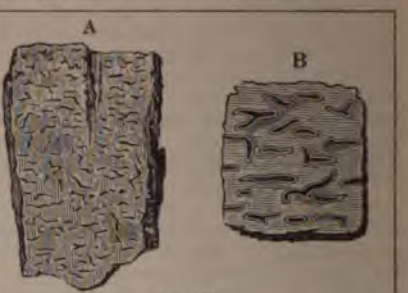


Fig. 572.

Die **gemeine Schriftflechte** (*Graphis scripta* Ach.).

A Ein Stück Baumrinde mit der Flechte in natürlicher Größe. Die schriftartigen Striche sind die Apothecien, welche allein frei liegen, der dünne krustige Thallus ist in der Rinde eingeschlossen.

B Ein Theil desselben, schwach vergrößert.

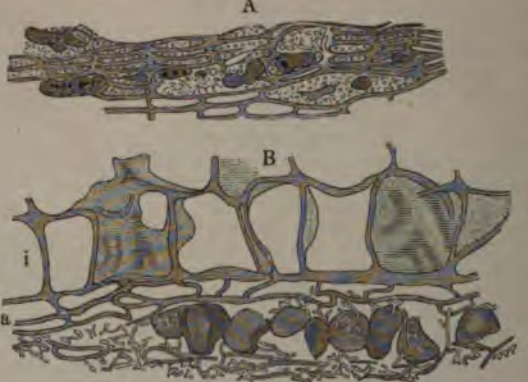


Fig 573.

Homöomerer krustiger Thallus

von Graphideen. Feine Durchschnitte durch das Periderm von Baumzweigen, in welchem der Thallus wächst. Die Membranen der Korkzellen sind durch Schraffirung kenntlich. In den äußeren Schichten des Periderms befindet sich der Thallus, dessen Elemente vorwiegend in den Höhlen der Korkzellen zu sehen sind, und sich als ein Geflecht feiner Hyphen und als Gonidien (die dunklen rundlichen Zellen) darstellen. A von *Graphis scripta* im Periderm eines Eichenstämmchens, 200fach vergrößert. B von *Arthonia vulgaris* im Periderm eines Eschenstammes, 300fach vergrößert. Bei A ist die Oberfläche des Periderms nach oben, bei B nach unten gekehrt.

1) Zusammengesetzt aus ὑπό unter und φλοιός Baumrinde.

Unter den hypophlöodischen Flechten giebt es einige, deren Thallus keine Gonidien enthält, nur aus Hyphen besteht; nämlich *Arthonia epipasta*, *A. punctiformis* und die Gattungen *Arthopyrenia* und Verwandte. Diese würden daher eigentlich zu den Pilzen (Discomyceten und Pyrenomyceten) gehören; man rechnete sie zu den Flechten wegen der Uebereinstimmung ihrer Früchte mit gewissen Lichenen; so sind von den in ihren Apothecien und Sporen sehr übereinstimmenden Arten von *Arthonia* manche mit Gonidien versehen (*A. vulgaris*), die oben genannten ohne solche. §. 180.

Gonidienformen. Von den Gonidien giebt es verschiedene Formen, von denen jeder Flechte nur eine einzige bestimmte zukommt. Sie gleichen gewissen einzelligen Algen und Fadenalgen vollständig, und zwar lassen sich folgende Typen unterscheiden (Fig. 574.): 1) bei den meisten Flechten ist das Gonidium eine kugelige Zelle von durchschnittlich $^1/_{55} - ^1/_{80}$ mm Größe, mit durch Chlorophyll meist gleichmäßig grün gefärbtem Protoplasma (daher auch Chlorogonidien genannt) und mit einer farblosen Membran, welche die Reaction auf Cellulose zeigt. Diese sind bald ohne Zusammenhang mit den Hyphen, bald an kurze Seitenästchen derselben angewachsen (Fig. 574, A, g). Diese Gonidien vermehren sich durch wiederholte Zweitheilung, wobei die erste Theilungswand durch die Anheftungsstelle an den Hyphenästchen geht, die nächste in quergehender Richtung so gestellt ist, daß vier tetraedrisch geordnete Tochterzellen entstehen. Darauf schreitet die Theilung in den verschiedensten Richtungen des Raumes fort, so daß größere Gruppen von Gonidien gebildet werden. Früher oder später runden sich die Tochterzellen ab

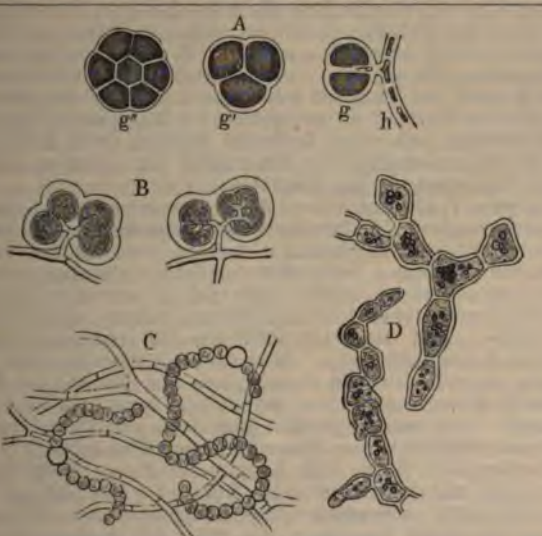


Fig. 574.

Verschiedene **Typen von Flechtengonidien.** Stark vergrößert.

A Grüne Gonidien von *Usnea barbata*, g ein Gonidium, welches mit einer Hyphe h verwachsen und in zwei Tochterzellen getheilt ist; g' und g'' weitere Theilungszustände entsprechend der **Algengattung Cystococcus.** Nach Schwendener.

B Blaugrüne Gonidien mit Gallertmembran einer Gallertflechte (*Thyrea pulvinata* Massal.), jedes Gonidium mit einem Zweige einer verästelten Hyphe verwachsen. Entspricht der **Algengattung Glococapsa.** Nach de Bary.

C Blaugrüne Gonidienketten einer Gallertflechte (*Collema*), in Gallert eingebettet, in welcher die Hyphen der Flechte wachsen. Entspricht der **Algengattung Nostoc.**

D Verzweigte, confervenartige, an ihren Spitzen wachsende Gonidienreihen mit braunrothen Oeltropfen im Zelleninhalte, von *Graphis scripta*, entsprechend der **Algengattung Chroolepus.** Nach de Bary.

§. 180. und trennen sich von einander, daher man gleichzeitig sowohl einzelne als auch mehr oder weniger große Gruppen zusammenhängender Gonidien findet. Diese Gonidien stimmen daher mit der einzelligen Algengattung *Cystocōccus* aus der Ordnung der Palmellaceen ganz überein. 2) Bei einigen Flechten entsprechen die ebenfalls rein grün gefärbten, kugligen, sowohl einzeln als auch in körperförmigen Gruppen auftretenden Gonidien der in die gleiche Algenordnung gehörigen Gattung *Pleurocōccus*, indem die Theilung bei ihnen durch zwei rechtwinklig sich kreuzende Scheidewände in kugelquadrantische Tochterzellen erfolgt. 3) Die Gonidien der Gallertflechten sind der Algengattung *Nostoc* gleich: sie stellen kugelrunde, zu gekrümmten, perlschnurförmigen Reihen verbundene Zellen mit homogenem, blaugrünem Protoplasma dar, und die äußeren Schichten ihrer Zellmembranen sind zu structurloser Gallert aufgequollen, welche wie bei *Nostoc* so bei den Gallertflechten die gallertige Beschaffenheit des Thallus bedingt. Auch die für *Nostoc* charakteristischen Grenzzellen (§. 169, Fig. 518.) fehlen hier nicht (Fig. 574, C). Die Gonidienketten verlängern sich durch Zweitheilung aller einzelnen Gliederzellen. 4) Die Gonidien von *Peltigĕra canīna* sind ebenfalls blaugrüne runde Zellen mit Gallerthülle, welche einzeln oder zu mehreren zu kurzen Reihen verbunden vorkommen und keine Grenzzellen besitzen; sie gleichen der Algengattung *Polycōccus*. 5) Bei *Omphalarĭa* und einigen verwandten Gallertflechten kommen ebenfalls blaugrüne runde Gonidien mit Gallerthüllen vor, die aber, weil sie sich abwechselnd nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen theilen, nicht reihenförmig, sondern gruppenweise zu zwei, vier und mehreren angeordnet sind und somit der Algengattung *Gloeocāpsa* entsprechen. Meist sitzt hier jedes Gonidium auf kurzen Hyphenzweiglein (Fig. 574, B). 6) Die zu verzweigten Reihen verbundenen blaugrünen Gonidien von *Ephēbe* haben, wie oben (S. 487) angegeben, ihr Analogon in der Algengattung *Sirosīphon*. 7) Der strauchförmige Thallus von *Lichina* enthält als Gonidien eine Form von *Ricularĭa* (§. 169). 8) Bei den Graphideen endlich gleichen die Gonidien in jeder Hinsicht der Algengattung *Chroolĕpus:* es sind mit Chlorophyll und rothen Oeltropfen versehene, meist kurze Zellenreihen, welche durch Spitzenwachsthum der Scheitelzellen sich verlängern und aus den Gliederzellen sich verzweigen (Fig. 574, D).

Die Flechten sind aus einer Alge und einem Pilz zusammengesetzte Doppelwesen. Die Identität der Flechtengonidien mit den vorerwähnten Algen wird dadurch noch unzweifelhafter, daß sie, wenn sie aus dem Thallus entfernt und von den Hyphen befreit sind, auf feuchter Unterlage nach Art jener Algen selbständig weiter zu vegetiren und sich zu vermehren imstande sind. Zuerst hat Speerschneider 1853 nachgewiesen, daß die grünen Gonidien von *Hagenĭa ciliāris* unter diesen Umständen sich stark vermehren durch vielfache Theilungen in je vier Tochterzellen. Aber erst 1868 erkannten Famintzin und Baranetzky an den Gonidien von *Physcĭa parietīna*, *Cladonĭa* und *Evernĭa* die überraschende Thatsache, daß dieselben hierbei sogar genau wie Algen Schwärmsporen erzeugen. Und nachdem Sachs schon 1855 am Thallus von *Collēma* auf den Uebergang desselben in reine *Nostoc*-Alge hingewiesen, kultivirte Baranetzky aus den Gonidien dieser Flechte direkt Colonien von *Nostoc;* desgleichen zeigte er und Itzigsohn, wie bei der nämlichen Kultur die Gonidien von *Peltigĕra canīna* zu der ihnen entsprechenden Alge *Polycōccus punctiförmis* werden. Während nun die älteren Lichenologen aus diesen und ähnlichen Beobachtungen folgerten, daß die betreffenden Algen keine selbständigen Organismen, sondern Abkömmlinge von Flechten seien, hat in der neueren Zeit zuerst Schwendener umgekehrt die Algen für die naturhistorisch legitimen Organismen, die Flechten für keine selbständigen Pflanzen, sondern für die durch Schmarotzerpilze befallenen und veränderten Algen erklärt. Für diese Ansicht giebt es folgende Gründe: 1) An der Selbständigkeit der betreffenden Algen zu zweifeln verbietet die Thatsache, daß dieselben integrirende Glieder in der großen autonomen Entwickelungsreihe der Algenklasse sind. 2) Sowohl die Hyphen als auch die Fruchtorgane der Flechten finden sich in keiner anderen Pflanzenklasse weiter, als in der der Pilze und stimmen mit den gleichnamigen Organen der letzteren, insbesondere die Fruchtkörper mit den Perithecien und Apothecien der Pyreno- und Discomyceten überein; auch finden

sich die bei vielen Flechten auftretenden Spermogonien (S. 447) nur bei den Pilzen §. 180.
wieder, und zwar gerade bei den ebengenannten Familien sehr verbreitet. 3) Der Parasitismus von Pilzen auf chlorophyllhaltigen Gewächsen ist auch außerhalb der Algenklasse weit verbreitet. 4) Trotz vieler Versuche ist es bisher nicht gelungen, aus den Sporen der Flechten bei Aussaat auf lebloses Substrat, wieder die gonidienführende typische Flechte zu erzeugen. Die Entwickelung schreitet nie über die Bildung bloßer Keimschläuche hinaus, gerade so wie es die Sporen anderer Schmarotzerpilze unter den nämlichen Verhältnissen auch thun. Dagegen ist es Rees geglückt, nach Aussaat der Sporen von *Collēma glaucēscens* Hoffm. auf *Nostoc lichenoīdes* kleine Thallusstöcke zu erziehen, welche denen von *Collēma* ganz gleich waren. Man muß also annehmen, daß aus den Flechtensporen nur dann eine Flechte sich entwickeln kann, wenn die Keimschläuche auf Algen gelangen, welche als Gonidien der betreffenden Flechte fungiren können. Diese Möglichkeit ist um so leichter gegeben, als es sich dabei meist um allverbreitete Algen handelt. Auch ist durch Stahl's Beobachtungen dargethan, daß bei manchen Flechten mit den Sporen zugleich auch Gonidien aus dem Thallus entleert werden (Hymenialgonidien §. 181.), mit denen die Keimschläuche sogleich sich verflechten und wieder zu einem neuen Thallus sich entwickeln. 5) Nach meinen Beobachtungen giebt es unter den Graphideen und unter den Verrucarieen Flechten, deren Thallus erst in einer späteren Lebensperiode Gonidien enthält oder zeitlebens gonidienlos ist, die also der Gonidien zur Ernährung nicht nothwendig bedürfen, somit des einzigen Flechtenkriteriums ermangeln und in diesem Zustande von den Pilzen nicht mehr unterschieden sind. So entwickeln die baumrindebewohnenden *Arthonīa vulgāris* und *Graphis scripta* anfänglich einen nur aus dünnen verflochtenen Hyphen bestehenden Thallus, welcher in den äußeren Lagen des Periderms sich ausbreitet (hypophlöodisch S. 488). Solange derselbe gonidienlos bleibt, entstehen auch keine Früchte. Früher oder später wandern die Gonidien (hier ästige Zellenfäden der Algengattung *Chroolēpus*) von der Oberfläche des Periderms aus in den Thallus ein, indem zufällig dort wachsende Individuen dieser sehr verbreiteten Alge vermöge des Spitzenwachsthumes ihrer Fäden durch die äußeren Peridermschichten eindringen. Mit dem nun beginnenden Parasitismus des Hyphenmyceliums auf den in dasselbe eingedrungenen Gonidien tritt eine kräftigere Ernährung ein, welche die Bedingung der nun erfolgenden Entwickelung der Früchte ist. Andere hypophlöodische Krustenflechten, wie *Arthonīa epipāsta* und *A. punctiformis*, sowie die *Arthopyrenīa*-Arten, haben ein zeitlebens gonidienloses Mycelium, welches auch in diesem Zustande fructificirt, also auf keiner grünen Alge zu schmarotzen braucht und mit rein saprophyter Ernährung auskommt. Es giebt also in einer und derselben Gattung (*Arthonīa*) Arten, welche Gonidien besitzen, also dem Schema einer Flechte entsprechen, und solche, welche keine Gonidien haben, also unzweifelhaft Pilze sind. Auch daraus ergiebt sich, daß die Flechten nicht von den Pilzen getrennt werden können, und nichts anderes als Pilze sind, welche mit Algen zu gemeinschaftlichen Ernährungszwecken zusammen wachsen. Das Zusammenleben zwischen Pilz und Alge in der Flechte entspricht aber nicht völlig dem Verhältniß bei den parasitischen Pilzen, die auf höheren Pflanzen schmarotzen. Denn die letzteren nehmen ihre gesammte Nahrung aus ihren Nährpflanzen, bei den Flechten dagegen nimmt der Pilz, d. i. der aus den Hyphen bestehende Thallus, die anorganischen Nährstoffe selbst aus dem Substrat und ernährt damit nicht nur sich, sondern auch die Alge, d. h. die ganz im Thallus eingeschlossenen Gonidien; letztere aber besorgen die Assimilation der Kohlensäure und des Wassers und damit die Bildung des organischen Materials zur Ernährung beider Wesen. Dieses Verhältniß, bei welchem ein lebendiger Organismus sich aus der Verbindung zweier verschiedenen Wesen zusammensetzt, von denen jedes eine bestimmte Rolle in der Ernährung des Ganzen spielt, bezeichnen wir mit dem Ausdruck Symbiose.[1] Die Gemeinschaftlichkeit des Lebens erstreckt sich sogar bis auf die vegetative Vermehrung, indem in den Soredien, welche sich so häufig aus dem Flechtenthallus als Vermehrungsorgane ablösen (S. 492), beide Componenten, Hyphen und Gonidien, vertreten sind.

1) Zusammengesetzt aus σύν zusammen und βίος Leben.

Vermehrung der Flechten durch Sorebien. Der Thallus vieler, besonders heteromerer Flechten entwickelt vegetative Vermehrungsorgane in Gestalt der sogenannten Sorebien (soredia[1], soreumata[2]), d. s. krümelige oder staubartige Massen, welche in kleinen Häufchen an der Oberseite oder an den Rändern des Thallus hervorbrechen. Sie bestehen aus Gonidien, welche einzeln oder gruppenweise von einem dichten Geflechte von Hyphen innig umsponnen sind, hängen aber unter einander nicht oder nur sehr wenig durch Hyphen zusammen. Sie entwickeln sich in der Gonidienzone dadurch, daß einzelne Gonidien von Zweigen der Hyphen, denen sie hier anliegen, umsponnen werden und zugleich innerhalb ihrer Faserhülle in der für sie charakteristischen Weise wiederholt sich theilen. Auch die Sorebien vermehren sich schon innerhalb des Thallus, indem Hyphen auch zwischen die Tochterzellen der getheilten Gonidien sich eindrängen und diese auseinanderschieben, worauf aus jedem Gonidium durch Theilung desselben ein neues Soredium hervorgeht. Infolge dieser starken Vermehrung wird endlich die Rindeschicht des Thallus durchbrochen, und die Sorebien werden hervorgedrängt. Wenn dieselben auf geeignetes Substrat gelangen, so vegetiren sie selbständig weiter, indem, je nach äußeren Umständen, entweder die Vermehrung der Sorebien in der angegebenen Weise fortdauert, woraus ein körniger Thallus, ein sogenannter Sorebinalanflug hervorgeht (S. 487.) oder indem aus einem Sorebium ein dem mütterlichen gleicher strauch-, laub- oder krustenartiger Thallus sich entwickelt. Letzteres geschieht dadurch, daß während die Gonidien des Sorebiums sich vermehren, auch die Elemente der Faserhülle reichlicher werden und eine Rinde- und Markschicht bilden, wodurch kleine Anfänge eines neuen vollkommenen Thallus gebildet werden. Auch ein Sorebialanflug kann, wenn die Standortsverhältnisse sich ändern, in der gleichen Weise den vollkommenen Thallus der Flechte erzeugen. Die allermeisten heteromeren Flechten vermehren sich stark durch Sorebien, und bei dem reichlichen Auftreten derselben wird die eigentliche Fructification beeinträchtigt oder unterdrückt. Stark sorebienbildende Flechten erzeugen daher meist keine Apothecien. Solche Bildungen, welche besonders an geschützten schattigen Standorten auftreten und den verschiedensten Species angehören können, wurden früher für specifische Flechten gehalten und unter dem Gattungsnamen *Variolaria* Ach. beschrieben. — Bei *Umbilicaria* entwickeln sich häufig die Sorebien schon auf dem Mutterthallus zu zahlreichen neuen Individuen, die dann den eigentlichen Aesten des Thallus ähnliche Aestchen, sogenannte Sorebialäste, darstellen.

§. 181. **II. Fructificationsorgane.** Die Früchte der Flechten entstehen aus den Hyphen des Thallus und sind daher Organe des pilzlichen Componenten der Flechte. Sie stimmen denn auch mit den Früchten derjenigen Pilze, zu denen wir die Flechten jetzt rechnen, nämlich der Ascomyceten, in allen wesentlichen Punkten überein und können daher auch mit denselben Namen wie dort, als Apothecien, beziehendlich Perithecien und als Spermogonien bezeichnet werden.

1) Die Ascosporenfrüchte. Die Sporen aller Flechten werden in Sporenschläuchen (asci, S. 447) erzeugt, gleich denen der Ascomyceten, und die Sporenschläuche entstehen auch hier an besonderen Fruchtorganen. Diese Ascosporenfrüchte treten bei den Flechten in zwei verschiedenen Formen auf. Die eine entspricht derjenigen der Pyrenomyceten (§. 175.) und wird daher wie dort mit dem Namen Perithecien belegt, die andere ist derjenigen vieler Discomyceten (§. 178.) analog und erhält die Bezeichnung Apothecien. Man hat jene Flechten als angiokarpe[3], diese als gymnokarpe[4] bezeichnet; nach der jetzigen Auffassung werden wir jene als Pyrenomyceten, diese als Discomyceten aufzufassen haben.

a. Die Apothecien (apothecia[5]) sind den gleichnamigen Früchten der Discomyceten ähnliche, meist schüsselförmige, bisweilen kissen- bis kopfförmige, bei den Graphideen längliche bis strichförmige (Fig. 572.) Gebilde. Sie sitzen frei an der Oberfläche des Thallus, beim laub- und krustenförmigen auf dessen Oberseite

1) Soredium abgeleitet von σωρός der Haufen. 2) σώρευμα der Haufen. 3) zusammengesetzt aus ἀγγεῖον Gefäß, Umhüllung und καρπός Frucht, also verhüllfrüchtig, wegen des Baues der Perithecien. 4) zusammengesetzt aus γυμνός nackt und καρπός Frucht, also nacktfrüchtig. 5) abgeleitet von ἀποθήκη Speicher, Lager, hier also Sporenlager.

(vergl. Fig. 569)., beim strauchartigen an den Rändern oder auf den Spitzen desselben (Fig. 567; 568.). Ein Thallus entwickelt ihrer meist eine ganze Anzahl und in dem Maße als er sich vergrößert, immer neue, so daß im Centrum des laub- und krustenförmigen Thallus die ältesten, nach den Rändern zu immer jüngere Apothecien stehen (Fig. 569.). Der wesentliche Theil des Apotheciums (Fig. 575.) ist die Hymeniumschicht, welche aus den Sporenschläuchen und aus den Paraphysen, die den gleichnamigen Organen bei den Discomyceten (S. 476) entsprechen, zusammengesetzt ist. Sie liegt nach außen frei; ihre Oberfläche hat meist eigenthümliche, vom Thallus verschiedene Färbung, was von den gefärbten Spitzen der Paraphysen herrührt. Sie ruht unmittelbar auf einer Gewebsschicht, welche lediglich aus dicht und lückenfrei verflochtenen Hyphen, die mit denen des darunter liegenden Thallusmarkes zusammenhängen, gebildet ist und als Excipulum[1] bezeichnet wird; aus ihr entspringen die Bestandtheile des Hymeniums. Die Apothecien entstehen im Inneren des Thallus, im unteren Theile der Gonidienschicht, bei den Collemaceen ein Stück unter der Oberfläche. Bei den letzteren hat man als erste Anlage der Apothecien ein an das Ascogon und die Trichogyne der Florideen erinnerndes Organ gefunden, welches durch die aus den Spermogonien stammenden Spermatien (s. unten S. 495) befruchtet werden soll, wonach die Ascosporenfrüchte das Product einer geschlechtlichen Befruchtung sein wür-

§. 181.

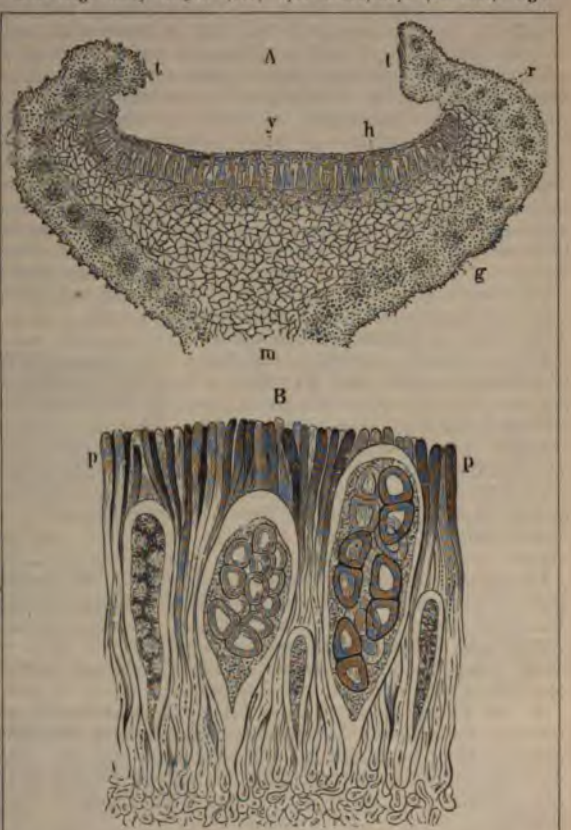


Fig. 575.

Hagenia ciliaris Eschw.

A Ein **Apothecium** senkrecht durchschnitten und etwa 50 mal vergrößert. m Markschicht, g Gonidienschicht, r Rindeschicht des Thallus. h das Hymenium, y das unter dem Hymenium liegende feine Hyphengewebe, t t das vom Thallus gebildete *Excipulum thallodes*, welches den Rand des Apotheciums umgiebt.

B Ein Stück des Hymeniums, 550 fach vergrößert. Zwischen den in ihren oberen Theilen gefärbten fadenförmigen Paraphysen p stehen die Sporenschläuche in verschiedenen Entwickelungen, einer mit reifen, einer mit halbreifen, die anderen noch ohne Sporen. Nach Sachs.

1) Excipulum Gefäß, Behälter.

§. 181. den (s. oben S. 448). Das junge Apothecium ist zunächst ein kleiner Knäuel verflochtener zarter Hyphen, von welchem an der der Rinde zugekehrten Seite die ersten Paraphysen als zarte Fäden sich erheben. An seinem Rande wächst dann das junge Excipulum weiter, und erzeugt daselbst immer neue Paraphysen. Auch wenn das junge Apothecium bereits über den Thallus hervorgetreten ist, geht dieses Randwachsthum noch weiter, so daß immer die peripherischen Theile des Apotheciums die jüngsten sind. Erst zwischen den schon vorhandenen Paraphysen entstehen die Asci. In der weiteren Entwickelung der Apothecien machen sich Verschiedenheiten bemerkbar, welche die Unterscheidung zweier Arten dieser Früchte bedingen. In dem einen Falle senkt sich die Rinde über dem jungen Apothecium so weit ein, daß eine wirkliche Trennung derselben erfolgt und das Hymenium freiliegt. Dann folgt der Thallus durch entsprechende eigene Vergrößerung dem Randwachsthume des Apotheciums derart nach, daß das Excipulum auf der Außenseite von Thallusmasse, bestehend aus Rinde- und Gonidienschicht, bedeckt und der Apotheciumrand von solcher wallartig umgeben bleibt (Fig. 575, A). Ein solcher Rand wird ein Excipŭlum thallŏdes[1] genannt, und derartige Apothecien bezeichnet man, weil sie für die Lecanoreen allgemein charakteristisch sind, als Apothecĭa lecanorīna. Der thallodische Rand ist meist abgerundet; in einigen Fällen, am stärksten bei *Usnĕa*, setzt er sich wimperartig in viele kleine Aestchen fort. In einem zweiten Falle dagegen werden die bedeckenden Thallusschichten von dem jungen Apothecium durchbrochen und stückweise abgestoßen, das Apothecium tritt hervor, ohne daß der Thallus sich mit ihm erhebt; es wird also auch das Excipulum auswendig entblößt, und es sprossen nun an der Außenseite desselben senkrecht zu seiner Oberfläche gerichtete und rindeartig festverbundene Hyphen aus ihm hervor. So erhält das Apothecium einen vom Thallus verschiedenen, insbesondere also keine Gonidien enthaltenden Rand, der als Excipŭlum proprĭum[2] bezeichnet wird (Fig. 576.); solche Apothecien heißen Apothecĭa lecidīna, weil sie bei den Lecideaceen allgemein vorkommen. Die Basis des freien Excipulums bei den lecidinen Apothecien kann sogar in manchen Fällen durch stärkere Entwickelung zu einem Stiele sich strecken, welcher das Apothecium auf seiner Spitze trägt, wie bei den Gattungen *Calycĭum* und *Baeomўces*.

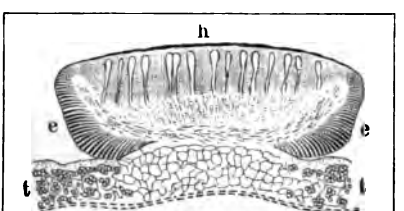


Fig. 576.
Apothecium von *Lecidĕa enteroleuca*, im Durchschnitte, mit Excipŭlum proprĭum e e, welches verschieden ist von dem Bau des Thallus t t, auf welchem das Apothecium sitzt. h das Hymenium. Vergrößert.

b. die Perithecien,[3] welche bei nur verhältnißmäßig wenigen Flechten vorkommen, stimmen mit den gleichnamigen Organen der Pyrenomyceten im allgemeinen Bau, hinsichtlich der Sporenschläuche und der Paraphysen, sowie auch in der Entwickelung im wesentlichen überein; sie sind mit ihrem schwarzen Gehäuse dem Thallus ganz eingesenkt, nur ihr Mündungskanal liegt an der Oberfläche desselben.

Auch in der Sporenbildung gleichen die Flechten den Disco- und Pyrenomyceten. Die schlauch- oder keulenförmigen Asci erzeugen meist je acht Sporen, seltener weniger, nämlich eins bis zwei bei *Umbilicarĭa* und *Megalospŏra*, zwei bis drei oder vier bis sechs bei *Pertusarĭa*, oder mehr, z. B. in die Hunderte bei *Bactrospŏra*, *Acarospŏra* ꝛc. Es giebt einzellige und mehrzellige Sporen; letztere entstehen auch hier durch Theilung ursprünglich einfacher Zellen. Die Ausstreuung der Sporen geschieht infolge des Druckes, welcher erzeugt wird durch die Aufquellung der Membranen der Asci und der Paraphysen zu Gallert bei Befeuchtung, sowie durch die unter den gleichen Umständen eintretende entgegenwirkende Krümmung des Excipulums und des Thallusrandes. Infolge dessen

1) Thallusartig. 2) eigentlich. 3) ☞ Seite 450, Note 1.

werden die Asci zerriſſen und die Sporen herausgeſchleudert. Die Asci reifen ungleichzeitig und entleeren daher einer nach dem anderen ihre Sporen. Bei *Sphaerophŏron*, *Calycium* und verwandten Gattungen werden dagegen die Sporen dadurch frei, daß die Asci zwiſchen ihren eingeſchloſſenen Sporen zerbröckeln, worauf die letzteren als ein Pulver auf dem Hymenium ſich anhäufen.

Während in der Regel die Apothecien keine Gonidien enthalten, hat man in den Perithecien einiger angiokarpen Flechten Gonidien eingeſchloſſen gefunden, welche von anderer Art, als die im Thallus befindlichen, nämlich kleiner und bisweilen auch anders geſtaltet ſind und die man Hymenialgonidien[1] genannt hat. Sie ſtammen aus dem Thallus, werden ſchon bei der Fruchtbildung mit eingeflochten und zerfallen hier durch Theilung in kleine Zellen. Sie ſind beſonders darum von Intereſſe, weil bei der Sporenentleerung mit jeder Spore einige derſelben ausgeworfen werden und die Keimſchläuche dieſe umſpinnen, die umſponnenen ſich wieder bedeutend vergrößern und mit den Hyphen zu einem kleinen neuen Thallus ſich entwickeln.

2) Die Spermogonien[2]. In weiter Verbreitung kommen bei den Flechten auch Spermogonien vor, mit den gleichnamigen Organen der Pilze genau übereinſtimmende kleine, kugelige, flaſchenförmige oder auch gyrös gewundene und dann mehrfächerige Behälter, die im Thallus eingeſenkt und nur mit ihrem Mündungskanale als dunkle Papillen oberflächlich ſichtbar ſind. Sie kommen gewöhnlich mit den Apothecien auf demſelben Thallus vor; doch giebt es auch Flechten, z. B. *Ephēbe*, wo ſie auf beſonderen apothecienloſen Individuen entwickelt werden. Die in dieſen Organen erzeugten Spermatien ſind auch hier in der Regel keimungsunfähig. Daß ſie bei den Collemaceen als männliche Organe, welche die Anlagen der Apothecien befruchten, angeſprochen worden ſind, iſt oben (S. 493) bemerkt worden. Bei einigen Flechten ſind auch den Pykniden der Pilze entſprechende Spermogonien mit größeren Sporen gefunden worden.

Literatur über Flechten. Tulasne, Mèmoire pour servir à l'histoire organographique et physiol. des lichens, in Ann. des sc. nat. 3. sèr. T. XVII. — Speerſchneider, in Botaniſche Zeitg. 1853 pag. 705; 1854 pag. 593, 193, 481; 1855 pag. 315; 1857 pag. 521. — Sachs, in Botaniſche Zeitg. 1855. pag. 1. — Schwendener, Unterſuchungen über den Flechtenthallus, in Nägeli, Beitr. z. wiſſ. Bot. 1860, 1862, 1868. — Derſelbe, in Flora 1862 pag. 224; 1863 pag. 240; 1864 pag. 320; 1872 Nr. 11—15. — Derſelbe, Die Algentypen der Flechtengonidien. Baſel 1869. — Fuiſting, De nonnullis apothecii Lichenum evolvendi rationibus. Berlin 1865. — Derſelbe, in Botaniſche Zeitg. 1868, Nr. 40—42. — de Bary, Morphologie und Phyſiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866. — Rees, in Monatsberichte d. Berliner Akademie, October 1871. — Treub, in Botaniſche Zeitg. 1873. Nr. 14. — Faminţin und Baranetzky, in Botaniſche Zeitg. 1868, Nr. 11, und in Pringsheim's Jahrb. f. wiſſ. Botanik, VII. — Itzigſohn, in Botaniſche Zeitg. 1868. Nr. 12. — Bornet, Recherches sur les gonidies des Lichens, in Ann. des sc. nat. T. XVII. — Winter, Zur Anatomie einiger Kruſtenflechten, in Flora 1875, Nr. 9. — Frank, Biologie der Kruſtenflechten, in Cohns Beitr. z. Biologie der Pfl. II. 2. Heft. — Körber, Zur Abwehr der Schwendener-Bornet'ſchen Flechtentheorie. Breslau 1874. — Stahl, Beiträge zur Entwickelungsgeſchichte der Flechten. Leipzig 1877.

2. Ordnung. **Basidiosporĕae**[3] oder **Basidiomycētes**[4]. §. 182.

Zu den Baſidiomyceten rechnen wir alle diejenigen Pilze, bei welchen die Sporen nicht wie bei den Ascomyceten in Sporenſchläuchen, ſondern durch Abſchnürung (§. 40.) gebildet werden. Zwar beſitzen auch die Ascomyceten vielfach Organe, die ſogenannten Protoſporenfrüchte, an denen die Sporen durch Abſchnürung entſtehen; aber bei den Baſidiomyceten findet, wenn ſie mehrere Arten Früchte beſitzen, ausnahmslos, alſo auch an den den Höhepunkt der Entwickelung bezeichnenden vollkommenen Früchten, die Sporenbildung durch Abſchnürung ſtatt. Ihren Namen haben ſie daher erhalten weil man die Mutterzellen, von welchen die Sporen abgeſchnürt werden, als Baſidien[5], die Sporen daher als Baſidioſporen bezeichnet. Faſt alle Baſidiomyceten bilden ihre Sporen an beſtimmt geſtalteten Fruchtkörpern, auf oder in denen die Baſidien in einer zuſammenhängenden Schicht

1) Gonidien, welche im Hymenium (S. 496) vorkommen. 2) ☞ S. 497, Note 5. 3) Zuſammengeſetzt aus basidium, Diminutiv von basis Grund, Grundgeſtell und μύκης Pilz, weil die Sporen auf Baſidien abgeſchnürt werden. 4) Zuſammengeſetzt aus basidium (Note 3) und σπορά Spore. 5) basidium ☞ Note 3.

stehen, die als Hymenium[1] bezeichnet wird. Auch bei den Basidiomyceten hat man in den Fruchtkörpern das Product einer sexuellen Zeugung vermuthet, in einigen Fällen auch bei der Entstehung dieser Fruchtkörper Organe zu sehen geglaubt, wie man sie bei den Ascomyceten gefunden und für Geschlechtsorgane erklärt hat (vgl. S. 447). Allein man hat gegenwärtig auch hier diese Ansicht wieder aufgegeben oder kann sie wenigstens nicht für erwiesen halten.

Die Basidiomyceten zerfallen in folgende Familien:

- Mit bestimmt gestalteten Fruchtkörpern.
  - Das sporentragende Hymenium ist im Innern des Fruchtkörpers eingeschlossen ..... **Gasteromycētes**
  - Das Hymenium freiliegend an der Oberfläche des Fruchtkörpers.
    - Meist Nichtschmarotzer, mit großen mannichfaltig gestalteten Fruchtkörpern.
      - Basidien am Scheitel meist vier Sporen auf je einem kurzen Fortsatz (Sterigma) tragend ..... **Hymenomycētes** (§. 184.).
      - Basidien verschieden gestaltet, in je ein langes einsporiges Sterigma auswachsend. Fruchtkörper gallertartig ..... **Tremellīni** (§. 185.).
    - Endophyte Schmarotzer, deren Fruchtkörper an der Oberfläche der Nährpflanze erscheinende kleine Sporenlager darstellen ... **Aecidiacĕae** od. **Uredinĕae** (§. 186.).
- Keine bestimmt gestalteten Fruchtkörper.
  - Parasiten in Insekten ..... **Entomophthorĕae** (§. 187.).
  - Parasiten in Pflanzen ..... **Ustilaginĕae** (§. 188.).

1. Familie. Bauchpilze. Gasteromycētes.[2]

§. 183. Die Bauchpilze kommen sämmtlich in dem Merkmale überein, daß ihr Hymenium niemals die freie Oberfläche, sondern innere Theile eines bauchförmigen, übrigens sehr mannichfaltig gestalteten, meist aber großen, ansehnlichen Fruchtkörpers einnimmt. Mit Ausnahme mehrerer kleiner Formen, welche abgestorbene Pflanzentheile bewohnen, leben sie sämmtlich auf der bloßen Erde, in welcher sich ihr freifädiges, unter den Fruchtkörpern oft zu netzförmig zusammenhängenden dicken, faserigen Strängen (S. 441) vereinigtes Mycelium ausbreitet, und über deren Oberfläche die Fruchtkörper hervortreten.

Den einfachsten Bau haben die Fruchtkörper der Trichodermaceen; diese stellen kleine, polsterförmige Körper dar, welche eine meist zarte, leicht zerreißbare, zellige Haut besitzen und in ihrem Innern allein von den Sporen erfüllt sind. Letztere werden von kurzen einfachen, oder auch von verzweigten Basidien abgeschnürt, welche aus dem Grunde des Innenraums sich erheben.

Die ansehnlichen Fruchtkörper der echten Gasteromyceten sind meist von einer stark entwickelten Haut, dem Peridium[3], gebildet. Sie umschließt einen Innenraum, der wenigstens anfangs durch anastomosirende Gewebeplatten, die von der inneren Fläche der Peridie ausgehen, in zahlreiche Kammern getheilt ist, welche zusammen als Gleba[4] bezeichnet werden und den fructificiren

Fig. 577.

Der **Eierbovist** (*Bovista nigrēscens* Pers.).

A Im halbreifen noch weißen Zustande, in natürlicher Größe.
B Der Länge nach halbirt, in demselben Entwickelungszustande; die Gleba von den beiden hautartigen Peridien umschlossen, ist noch weiß, später verwandelt sie sich in ein dunkles staubiges Sporenpulver. Nach Krombholz.

1) Von ὑμένιον Häutchen. 2) Zusammengesetzt aus γαστήρ Bauch und μύκης Pilz, wegen der bauchförmigen Fruchtkörper. 3) gebildet aus περί herum. 4) gleba ein Stückchen, Klümpchen, Kügelchen, wegen der meist runden Gestalt dieses Theiles.

Theil des Körpers darstellen. Entweder sitzt die Peridie dem Mycelium unmittelbar auf, oder sie ist nach unten mehr oder minder deutlich stielartig verdünnt; aber in diesen Stiel setzt sich die Gleba nicht fort, er besteht aus gleichmäßigem sterilen Gewebe. Die Peridie hat eine gleichförmige Beschaffenheit bei den Hymenogastreen, bei *Sclerodĕrma* und *Polysăccum;* sie stellt hier ein derbes Gewebe aus fest verbundenen, in der Richtung der Oberfläche verlaufenden Hyphen dar. Bei den übrigen Gattungen dagegen unterscheidet man an ihr eine äußere und eine innere Peridie. Die letztere, welche zur Reifezeit von der ersteren völlig oder annähernd entblößt wird, ist eine meist papierartige Haut, bestehend aus fest zusammenhängenden, der Oberfläche parallel laufenden Fasern. Die äußere Peridie dagegen ist bei *Lycopĕrdon* und *Bovista* eine dickere Schicht von pseudoparenchymatischem, großzelligem Baue, welche an der Oberfläche in Form von Warzen oder Stacheln vorspringt und zuletzt entweder ganz in eine schleimige Substanz desorganisirt wird oder, indem nur eine innerste Lage derselben diese Veränderung erleidet, sich ablöst. Bei *Geăster* reißt die äußere Peridie vom Scheitel aus sternförmig auf in mehrere Lappen, die sich zurückschlagen (Fig. 578.). §. 183.

Fig. 578.

Der gemeine Erdstern (*Geăster hygrometrĭcus* Pers.) in natürlicher Größe.
A Ein junger Pilz, dessen äußere Peridie an der Spitze aufzureißen beginnt.
B Ein ausgebildeter Pilz, dessen äußere Peridie bei Feuchtigkeit sternförmig sich geöffnet hat.
C Derselbe Pilz bei Trockenheit mit geschlossener äußerer Peridie. Nach Corda.

Dies wird durch die Hygroskopicität des Gewebes bedingt, so daß sich die Peridie je nach Feuchtigkeit oder Trockenheit bald schließt bald wieder aufgiebt. Sie besteht nämlich aus einer inneren knorpelartigen Schicht, welche von äußerst dickwandigen, zur Oberfläche senkrecht gerichteten Hyphen gebildet wird, die in Feuchtigkeit stark aufquellen, und aus einer äußeren Schicht, deren in der Richtung der Oberfläche gelegene Fasern nicht quellungsfähig sind. Die entblößten inneren Peridien der Gasteromyceten öffnen sich endlich, indem sie an ihrem Scheitel unregelmäßig oder mit Zähnen aufreißen, oder indem durch Zerfall gewisser Stellen der Haut runde Löcher in dieser entstehen. Durch diese Oeffnungen wird dem Sporenpulver der Austritt gestattet. — Das Hymenium überzieht die gesammte Oberfläche der Kammerwände der Gleba. Letztere bestehen in ihrer Mitte aus Längsfasern; von diesen wenden sich beiderseits kurze Zweige gegen die Oberfläche der Wand und gehen in keulenförmige Basidien über; oder aber diese Zweige sind verlängert und verästelt, füllen den ganzen Kammerraum aus und tragen an ihren Aesten die Basidien. Auf den letzteren werden die Sporen in ähnlicher Weise wie bei den Hymenomyceten zu zwei, vier oder acht durch Abschnürung erzeugt (Fig. 579, B). Das Verhalten der Gleba im reifen Zustande zeigt nun je nach Abtheilungen und Gattungen Verschiedenheiten. Bei den Hymenogastreen behält sie die angegebene Beschaffenheit; bei *Sclerodĕrma* trocknet sie zusammen zu einem brüchigen Netzwerke. Bei *Polysăccum* bleibt sie zwar auch erhalten, aber jede Kammer isolirt sich als ein besonderer glattwandiger Behälter (Peridiole[1]) von den

1) Diminutiv von Peridie (☞ Seite 455, Note 1).

§. 183. stehenbleibenden Lamellen der Kammerwände. Dagegen werden bei *Lycoperdon*, *Bovista*, *Geaster* ein Theil der Gleba und die Bestandtheile des Hymeniums aufgelöst; nur bestimmte, schon vorher in dem Gewebe der Kammerwände wegen ihrer dickeren Membranen unterscheidbare, lange, röhrenartige, bald einfache bald verzweigte Fasern (Fig. 579, A) bleiben zurück, welche als ein lockeres Haargeflecht, Capillitium[1], den ganzen Innenraum gleichmäßig durchweben und in der inneren Peridie sich verlieren, während die Kammern verschwunden sind. Das reichliche Sporenpulver ist überall dem Capillitium eingestreut.

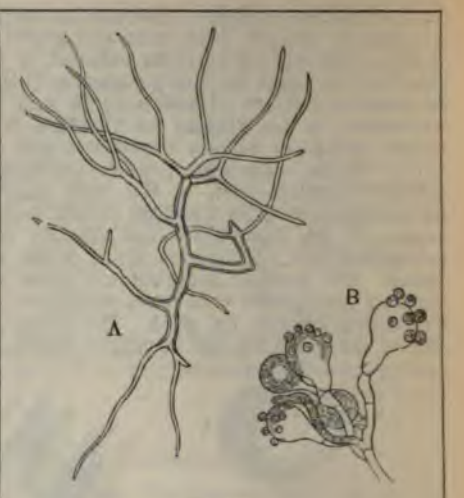


Fig. 579.
A Eine **Capillitiumfaser des bleifarbenen Bovist** (*Bovista plumbea* Pers.) vergrößert; nach de Bary.
B **Basidien des Erdsterns** (*Geaster hygrometricus* Pers.), welche auf ihrem Scheitel Sporen abschnüren. 390fach vergrößert. Nach de Bary.

An einigen Arten ist die Entwickelungsgeschichte dieser Fruchtkörper verfolgt worden. Sie entstehen am Mycelium als kleine massive Körper, die aus einem verfilzten Fadengewebe bestehen. Hierbei haben sich keine Bildungen wahrnehmen lassen, welche etwa als Geschlechtsorgane betrachtet werden könnten, wie gewisse Bildungen, die man bei der Entstehung mancher Ascomycetenfruchtkörper gefunden und in diesem Sinne gedeutet hat, so daß den Gasteromyceten wahrscheinlich die Sexualität abzusprechen ist. In den erwähnten Körperchen werden bei weiterer Vergrößerung derselben die Bestandtheile des Fruchtkörpers durch innere Differenzirung angelegt, indem die Schichten der Peridie und die Gleba durch entsprechende Veränderungen der anfangs gleichartigen Gewebemasse, die Kammern durch Auseinanderweichen der Hyphen der Gleba, das Hymenium durch Hervorsprossen aus den letzteren gebildet werden.

Eine Anzahl von Gattungen zeichnet sich durch einen besonderen Bau des Fruchtkörpers aus. *Sphaerobolus* hat eine äußere und innere Peridie, aber die Gleba löst sich aus diesen als eine einzige von einer besonderen klebrigen Haut umgebene Peridiole heraus, die im Inneren nur mit dem Sporenbrei erfüllt ist. Beide Peridien reißen sternförmig auf; die innere indem sie nur an den Zahnspitzen mit der äußeren verbunden bleibt, stülpt sich plötzlich elastisch um und wirft dabei die Peridiole empor. Bei *Batarrea* und *Tulostoma* verlängert sich ein von der äußeren Peridie mit umgebener Gewebskörper zu einem Stiele, welcher die innere Peridie unter Durchbrechung der äußeren emporschiebt. Diese ist bei *Batarrea* von hutförmiger Gestalt, inwendig gekammert und reißt ringsum am Rande auf; bei *Tulostoma* ist sie kugelig, enthält ein Capillitium und öffnet sich am Scheitel mit einem Loche. Hieran schließen sich die Podaxineen[2], wo die Fruchtkörper gestielt sind, und der Stiel sich als Mittelsäule ins Innere der gekammerten Gleba fortsetzt, deren Kammerwände entweder ohne Veränderung vertrocknen oder ein Capillitium entwickeln. Der Fruchtkörper von *Phallus* ist anfangs ein eiförmiger Körper (Fig. 580, B), umgeben von einer Peridie, die aus einer faserigen äußeren und einer aus gallertartigen Zellen bestehenden inneren Schicht gebildet ist. Inwendig befinden sich ein Stiel und die Gleba, beide um-

1) Gebildet aus capillus Haar. 2) zusammengesetzt aus πους Fuß und ἄξιον Axe, weil der Stiel als Mittelsäule sich fortsetzt.

§. 183.

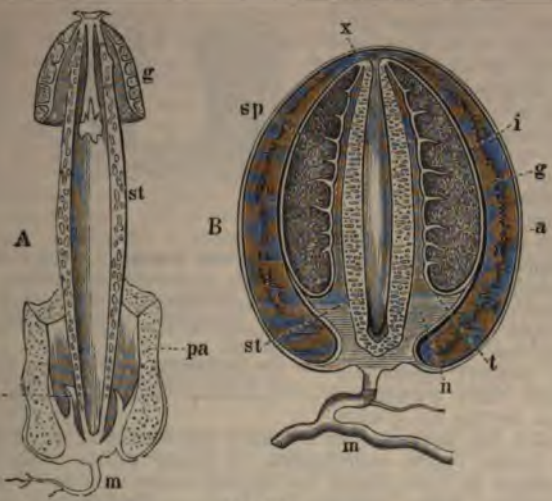


Fig. 580.

Der schamlose Gichtschwamm (*Phallus impudicus* L.).

A Ein reifer Pilz der Länge nach halbirt, in 1/3 der natürlichen Größe. m Myceliumstrang. pa die durchrissene äußere Peridie, pi Reste der zerrissenen inneren Peridie; st der durch Streckung aus den Peridien hervorgetretene, inwendig hohle Stiel. g die glockenförmig auf dem Stielende stehende Gleba.

B Ein fast reifes Exemplar vor dem Durchreißen der Peridien, der Länge nach halbirt, in 1/2 der natürlichen Größe. m Myceliumstrang. a die äußere Schicht, g die Gallertschicht der äußeren Peridie; i die innere Peridie, n ihr napfförmiger Grund, in welchem die Basis des Stieles nach dessen Streckung stehen bleibt. st der noch nicht gestreckte Stiel der glockenförmigen Gleba t, sp deren Sporenmasse; x die Stelle, wo die innere Peridienhaut bei Streckung des Stieles sich ablöst. Nach Sachs.

zogen von der hautartigen inneren Peridie. Der Stiel setzt sich als Mittelsäule bis in den Scheitel der gekammerten Gleba fort, so daß diese glockenförmig dem Ende jenes aufsitzt. Dieser Stiel ist anfangs massiv, später inwendig hohl, und seine Wand besteht aus Gewebeplatten, welche eine Menge Kammern zwischen sich abschließen. Letztere sind anfänglich sehr eng, und die Platten faltig zusammengelegt. Durch spätere Ausdehnung, bei welcher die letzteren sich glätten, wird der Stiel rasch in die Länge gestreckt, so daß die Gleba aus der durchreißenden und napfartig stehenbleibenden äußeren Peridie in die Höhe gehoben wird (Fig. 580, A). Ihr Gewebe zerfließt dann und tropft mit den Sporen von ihrem Träger ab. *Clathrus* unterscheidet sich von *Phallus* durch den Mangel des Stieles und durch die eigenthümliche Beschaffenheit der inneren Peridie (Fig. 581.), welche aus mehreren dicken, verästelten und zu einem regellosen Gitter verschmolzenen Säulen besteht. Dieses Gitterwerk, welches aus elastischem Zellgewebe gebildet ist, durchbricht zur Fruchtreife die äußere Peridie und dehnt sich durch Erweiterung seiner Lücken und Glättung seiner Falten um das Mehrfache aus, so daß es die von ihm umschlossene Sporenmasse emporhebt.

Fig. 581.

Der rothe Gitterschwamm (*Clathrus cancellātus* L.) in 1/3 der natürlichen Größe. a die durchbrochene äußere Peridie. i das hervorgetretene rothe Gitterwerk der inneren Peridie.

Der Fruchtkörper der Nidularieen (Fig. 582.) ist im reifen Zustande eine oben offene bacher-

förmige Peridie: in dieſer liegen eine Anzahl linſenförmiger Peridiolen, welche an der Wand oder am Grunde des Bechers mittelſt eines Stielchens befeſtigt ſind, unter ſich aber nicht direct zuſammenhängen. Auf der inneren Fläche der aus mehreren Schichten beſtehenden Wand der Peridiole iſt das Hymenium ausgebreitet; die Sporen füllen den einfachen Hohlraum aus. Durch allmähliches Verwittern der Peridiolenhäute werden die Sporen frei. Die Entwickelung dieſer Fruchtkörper gleicht in der Hauptſache derjenigen der echten Gasteromyceten. Anfangs beſtehen dieſelben aus einem gleichartigen, lufthaltigen Gewebe von Hyphen.

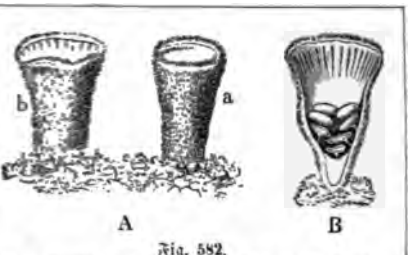


Fig. 582.

Der geſtreifte Becherpilz (*Cyathus striatus* Willd.), in natürlicher Größe.

A Zwei Fruchtkörper, a iſt an der Mündung noch mit der weißen, häutigen, inneren Peridie geſchloſſen; b nach Zerreißen der letzteren oben geöffnet.

B Ein Fruchtkörper der Länge nach halbirt, um die im Grunde des Bechers befindlichen kurzgeſtielten, linſenförmigen Peridiolen zu zeigen.

Dann bildet ſich, indem an der Oberfläche mit Ausnahme des Scheitels radial gerichtete braune Faſern hervorſproſſen, die äußere Peridie, welche am Scheitel nicht geſchloſſen iſt. Im Inneren des Körpers nimmt nun das Gewebe an denjenigen Stellen, welche ſpäterhin leer ſind, die Beſchaffenheit eines luftfreien Gallertgewebes an; dagegen bleibt die urſprüngliche Beſchaffenheit an den übrigen Stellen, nämlich erſtens in einer peripheriſchen Schicht, welche unter der äußeren Peridie und auch unter dem von ihr freigelaſſenen Scheitel ſich hinzieht und die innere Peridie bildet, zweitens an den Stellen, welche zu den Peridiolen und deren Stielen werden. Indem nun das Gallertgewebe desorganiſirt wird und verſchwindet, bleiben die genannten Organe allein übrig; ſie nehmen durch weitere Ausbildung ihrer Gewebe die Structur des fertigen Zuſtandes an. Der Innenraum der Peridiolen enthält anfangs auch Gallertgewebe, welches aber mit fortſchreitender Ausbildung der Sporen ſich ebenfalls auflöſt. Der unter dem offenen Scheitel der äußeren Peridie ſich hinziehende Theil der inneren Peridie bleibt eine Zeit lang als Deckelhaut über der Mündung des becherförmigen Fruchtkörpers ausgeſpannt, ſpäterhin zerreißt er und verſchwindet.

Literatur über Gasteromyceten: Corda, Icones Fungorum. Prag 1837—1854. — Tulasne, in Ann. des sc. nat. 2. sér. T. XVII u. XVIII, 3. sér. T. I u. IV. — Derſelbe, Fungi hypogaei. Paris 1851. — De Bary, Morphologie und Phyſiologie der Pilze, Flechten und Myromyceten. Leipzig 1866. — Heſſe, Mikroſkopiſche Unterſcheidungsmerkmale der typiſchen Lycoperdaceengenera, in Pringsheims Jahrb. f. wiſſ. Botanik X. pag. 353. — Schröter, Entwickelung und ſyſtematiſche Stellung von *Tulostoma*, in Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl. II. pag. 65. — Eidam, Keimung der Sporen und Entſtehung der Fruchtkörper bei den Nidularieen, in Cohns Beitr. z. Biologie d. Pfl. II. pag. 221.

2. Familie. Hautpilze. Hymenomycétes.[1]

1) **Mycelium.** Die Hymenomyceten, welche vorwiegend größere und die ſtattlichſten Repräſentanten der Pilze in ſich vereinigen, leben zumeiſt an der bloßen Erde und an altem, verweſendem Holze, zum Theil auch an lebendigen Baumſtämmen, deren Holz und Rinde dadurch zerſtört werden. Ihr Mycelium iſt freifädig oder mehr oder minder deutlich zu faſerigen Strängen oder auch zu hautartigen Ausbreitungen, wie beim Hausſchwamm (*Merulius lacrymans*) vereinigt. Unter Verhältniſſen, welche der Fructification des Pilzes ungünſtig ſind, entwickelt ſich das Mycelium in ungewöhnlich üppiger Form, aber bleibt dann ſteril: ſolche Mycelien wurden früher unter eigenen Gattungsnamen aufgezählt (S. 448). Nur bei den kleineren Hymenomyceten iſt das Mycelium an der Oberfläche des Subſtrates

[1] Zuſammengeſetzt aus ὑμήν Haut und μύκης Pilz, weil die Baſidien in einer hautartigen Lage vereinigt ſtehen.

ausgebreitet; sonst durchwuchert es dasselbe in allen Richtungen und oft auf weite Strecken, indem es sich zwischen den Lücken des Bodens, in den Lücken des Holzes, aber hier auch die festen Zellmembranen durchsetzend ausbreitet (S. 442). Bei *Agaricus mellēus* und einigen anderen nimmt es die Ausbildung von *Rhizomorpha* (S. 441) an. Bei einigen kleineren Arten von *Agaricus* und *Coprīnus* bildet das Mycelium Sclerotien (S. 442). Die größeren Mycelien sind meist perennirend, so daß an ihnen im Laufe der Zeit immer neue Fruchtträger zur Entwickelung kommen und der Pilz auf dem Erdboden, an altem Holze, an den Baumstämmen immer von neuem wieder erscheint. Die perennirenden Mycelien mancher auf dem Erdboden wachsender Hymenomyceten breiten sich im Boden allseitig in centrifugaler Richtung fortschreitend aus und bilden, da sie in ihren älteren Theilen wieder vergehen, eine mehr oder minder ringförmige Zone; daher erscheinen auch die Fruchtträger, die sich alljährlich neu aus dem Mycelium erzeugen, auf der Bodenoberfläche in ungefähr ringförmiger Anordnung als sogenannte Hexen- oder Zauberringe. Auf dem Perenniren der Mycelien beruht es auch, daß Champignons aus einem Boden, in welchem sie einmal gestanden haben, immer wieder kommen, desgleichen daß aus der *Pietra fungaja* der Italiener, die aus Erdschollen und Steinen besteht, zwischen denen das Mycelium von *Polypōrus tuberāster* Jacq. ausgebreitet ist, wenn sie im Keller kultivirt wird, jahrelang die eßbaren Fruchtkörper dieses Pilzes hervorgehen. §. 184.

2) Die **Fruchtkörper** der Hymenomyceten werden am Mycelium in der Regel innerhalb des Substrates angelegt, treten später stets an die Oberfläche hervor und bilden sich meistens in Mehrzahl auf demselben Mycelium, während im gewöhnlichen Leben fälschlich jeder Fruchtkörper als ein Pilzindividuum für sich betrachtet wird. Bei denjenigen Hautpilzen, welche Sclerotien oder Rhizomorphen haben, entstehen sie auch an diesen Organen. Sie haben eine je nach Gattungen und Arten verschiedene Gestalt und sind an gewissen Stellen auf ihrer freien Oberfläche mit der Fruchthaut, Hymenium[1], versehen. In Form hautartiger dem Substrate aufliegender Ausbreitungen von verschiedenartigem Umrisse, die auf der ganzen freien Oberseite vom Hymenium überzogen sind, erscheinen sie bei den Gattungen *Hypōchnus*, *Phlebĭa* und *Thelephŏra*; stiel- oder durch reichliche Verzweigung strauchförmige, von der Unterlage vertical sich erhebende Körper sind sie bei *Typhŭla*, *Clavarĭa* (Fig. 583.) und *Calocĕra*, wo das Hymenium die ganze Oberfläche mit Ausnahme der untersten Theile einnimmt; einen ungefähr schirmförmigen Körper, Hut (pilĕus) genannt, stellen sie dar bei den meisten übrigen Gattungen (*Agarĭcus*, *Cantharĕllus*, *Polypōrus*, *Bolētus*, *Daedalĕa*, *Merŭlius*, *Hydnum*, Fig. 584. ꝛc.). Dieser hat bald eine deutlich schirmartige, bald mehr eine hutförmige, oder kuppelförmige, bald eine glockenähnliche, bald auch eine oberseits fast flache oder sogar in der Mitte vertiefte Gestalt und wird entweder auf einem, dann stets aufrechten Stiele oder Strunke (stipes) getragen, so daß der Hut horizontal steht, oder aber er ist stiellos und dann gewöhnlich halbirt, d. h. er sitzt mit dem einen Rande dem Substrate an, so daß er von diesem aus nur nach einer Seite hin horizontal sich ausbreiten kann und dadurch mehr eine fächerähnliche Form bekommt. Bei dichter Stellung verwachsen oft solche halbirte Hüte an ihren Seitenrändern mit einander, wobei vielfach unregelmäßige Formen gebildet werden. Bei allen Hüten trägt die Unterseite des Schirmes das Hymenium. Die Entwickelung und das Wachsthum der hutförmigen Fruchtkörper geschieht in der Weise, daß die Anlage des Schirmes sich als ein Köpfchen von der Anlage des Stieles differenzirt. Das Köpfchen nimmt dann durch Randwachsthum immer mehr die Form des Schirmes an,

Fig. 583.
Der **gelbe Keulenpilz** (*Clavarĭa flava* Pers.).
Strauchförmiger Fruchtkörper in natürlicher Größe.

1) ☞ Seite 460, Note 1.

§. 184.

Fig. 584.

Der **Kuhpilz** oder **eßbare Löcherpilz** (*Boletus edulis* Bull.) in 1/3 der natürlichen Größe.

A Der Hut in etwas schräger Stellung, um die Löcher auf der Unterseite desselben zu zeigen.
B Derselbe senkrecht durchschnitten, um das aus Röhren bestehende Hymenium zu zeigen, welche auf der Unterseite bei A als Löcher erscheinen.

und auf der unteren Fläche desselben beginnt sich dann das Hymenium zu bilden. Bei einigen *Agaricus*-Arten ist die Entwickelung insofern abweichend, als das Hymenium anfänglich durch eigenthümliche hautförmige Bildungen verhüllt ist. Bei manchen Arten ist nämlich vom Rande des Hutes nach der Mitte des Stieles eine faserige Haut, der Schleier (velum) ausgespannt, welche später zerreißt und meist als Ring (annulus) um den Stiel stehen bleibt (Fig. 586. u. 587.). In diesem Falle bildet sich im Innern der köpfchenförmigen Hutanlage eine ringförmige luftführende Lücke; der über ihr liegende Theil wird zum Hute, der vor und unter ihr befindliche zum Schleier (Fig. 585, B). Wieder bei anderen Arten zieht sich anfangs von der Basis des Stieles ausgehend um den ganzen Hut eine Hülle (volva oder velum universäle), die später flockig sich auflöst, und deren Reste bisweilen die Oberfläche des erwachsenen Hutes noch bedecken (Fig. 586; 587.). In diesem Falle differenzirt sich die Anlage des Hutes in analoger Weise in einen peripherischen Theil, welcher zur Hülle wird, und in einen inneren, die eigentliche Hutanlage. Schleier und Hülle sind bei manchen Arten zugleich vorhanden, den meisten fehlen beide.

Fig. 585.

Der Champignon (*Agaricus campestris* L.).

A Ein Stück des Myceliums m, oben mit jungen Anlagen von Fruchtkörpern in verschiedener Entwickelung.
B Ein weiter ausgebildeter junger Fruchtkörper, der Länge nach durchschnitten. st der Stiel. Bei l der enge Hohlraum, durch den die Bildung des vom Stiele nach dem Hutrande über die Unterseite des Hutes gespannten Schleiers v bedingt wird. Schwach vergrößert. Nach Sachs.

§. 184.

Fig. 586.

Der **Fliegenschwamm** im jüngeren Zustande, der Länge nach durchschnitten. h das aus Blättern bestehende Hymenium auf der Unterseite des Hutes. ve ve der Schleier, der vom Stiele nach dem Hutrande ausgespannt ist und nach dem Abreißen als Ring um den Stiel stehen bleibt. vo vo die Hülle, welche vom knolligen Grunde des Stieles an um den ganzen Hut herumgeht und deren Reste späterhin die weißen Tupfen auf dem Hute darstellen; an der rechten Seite noch ganz, an der linken bereits durchrissen.

Fig. 587.

Der **Fliegenschwamm** (*Agaricus muscarius* L.) im ausgebildeten Zustande. Der am Grunde knollig verdickte Stiel ist in der Mitte mit dem zerrissenen Ringe umgeben.

Fig. 588.

Der **Speise-Faltenschwamm** (*Cantharellus cibarius* Fr.) in natürlicher Größe. a der Stiel. b der Hut, an dessen Unterseite die faltenartigen, verästelten Lamellen des Hymeniums sichtbar sind, die am Stiele etwas herablaufen.

Das Hymenium stellt bei allen Hymenomyceten eine zusammenhängende, von der übrigen Oberfläche des Fruchtkörpers bestimmt unterschiedene Haut dar, die in ihrer Form je nach Gattungen wichtige Unterschiede zeigt. An den hautartig ausgebreiteten und an den aufrechten stiel- und strauchförmigen Körpern erscheint sie als eine glatte, an den Hüten aber als eine durch bestimmt gestaltete Vorsprünge sehr vergrößerte Fläche. Diese Vorsprünge sind entweder niedrige faltenartige Leisten, welche oft verästelt vom Rande des Hutes an auf dessen Unterseite bis ein Stück am Stiele herablaufen (*Cantharellus* Fig. 588.), oder verhältnißmäßig dünne aber breite, blattartige und vom Stiele scharf abgesetzte Lamellen, welche auf der Unterseite des Hutes radial gegen den Rand (*Agaricus* Fig. 586.), selten concentrisch mit ihm (*Cyclomyces*) gestellt sind, oder mehr oder minder isolirte stachel- oder zahnförmige Gebilde (*Hydnum* Fig. 589., *Radulum*, *Irpex*), oder zu weiten Maschen netzartig verbundene Leisten (*Merulius*, *Favolus*), welche, wenn sie sehr engmaschig und hoch werden, dem Hymenium eine fein und tief poröse Beschaffenheit geben (*Polyporus*, *Boletus* Fig. 584.). Welche Figuration die Hymenialfläche auch haben mag, sie besteht an jedem Punkte aus senkrecht zu ihrer jeweiligen Oberfläche gerichteten, dichtstehenden kurz keulenförmigen und protoplasmareichen Zellen, den Basidien[1], welche als Aeste der gegen das

1) ☞ Seite 495, Note 3.

§. 184. Hymenium verlaufenden und hier büschelig verzweigten Hyphen sich erweisen (Fig. 590.). Zwischen den Basidien stehen, oft in großer Anzahl noch andere Zellen, welche als Paraphysen[1] bezeichnet werden und entweder haarförmige oder den Basidien ähnliche, aber durch den Mangel der Sporenbildung unterschiedene Zellen sind. Manchmal ragen auch zerstreut stehende, große, blasenförmige, ebenfalls sterile Zellen, sogenannte Cystiden[2], über die Hymenialfläche hervor. Für sämmtliche Hautpilze ist es charakteristisch, daß die Basidien an ihrem Scheitel vier pfriemenförmige kurze Aestchen, Sterigmen[3] genannt, treiben, die an ihrer Spitze kugelig anschwellen. In diese Auswüchse rückt das Protoplasma der Basidie ein, darauf bekommen die Anschwellungen an ihrem Grunde eine Querwand und sind dadurch zu den einzelligen, meist runden Sporen geworden, welche sich nach erlangter Reife unter der Querwand ablösen.

Fig. 589.

Der **roſtbraune Stachelſchwamm** (*Hydnum ferrugineum* Fr.) in natürlicher Größe. h h das aus ſtachelförmigen Zapfen beſtehende Hymenium. Nach Krombholz.

Die meisten Hymenomycetenfruchtkörper haben eine fleischig weiche Consistenz, weil sie aus zartwandigen und saftreichen Hyphen bestehen. Letztere sind bald lockerer bald fester verbunden; an der Oberfläche sind sie entweder enger und hängen fester zusammen oder sind pallisadenförmig rechtwinklig zur Oberfläche gerichtet (Fig. 521.). Alle weichen und fleischigen Fruchtkörper sind von kurzer Dauer; sie haben bald nach Hervorbrechen aus dem Substrat ihre Ausbildung erreicht, fructificiren und gehen sogleich nach dem Reifwerden der Sporen zu Grunde. Dagegen haben die Fruchtkörper von *Polyporus* und verwandten Gattungen eine harte, korkartige oder holzige Beschaffenheit, indem ihre Hyphen verholzte, feste Membranen besitzen; diese sind von langer, oft mehrjähriger Dauer und setzen während dieser ganzen Zeit, mit periodischen Unterbrechungen das Randwachsthum fort, wodurch sie dem Rande parallele Zonen und neue Schichten von Hymenium bekommen. Manche *Agaricus*-Arten haben in ihren Fruchtkörpern Milch-

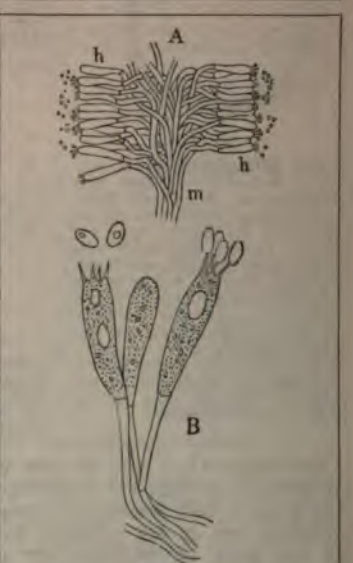


Fig. 590.

A Kleines Stück eines Durchschnittes durch eine Lamelle des **Hymeniums eines Agaricus**. m die Hyphen, aus welchen die Lamelle zusammengesetzt ist. h h das auf beiden Oberflächen der Lamelle befindliche Hymenium, gebildet aus zahlreichen, dichtstehenden Basidien, welche die Enden der nach außen sich wendenden Hyphen sind. 200fach vergrößert.

B Einige Basidien 500fach vergrößert, um die Sporenabschnürung auf den vier Sterigmen zu zeigen, welche jedes Basidium an seiner Spitze treibt. Links ein älteres Basidium, dessen Sporen schon abgefallen sind; in der Mitte ein junges, welches noch keine Sterigmen getrieben hat.

1) ☞ Seite 371, Note 6. 2) gebildet aus κύστις Blase. 3) ☞ Seite 505, Note 2.

ſaft, welcher in langen verzweigten Röhren mit eigener Haut, wahrſcheinlich Vereinigungen urſprünglicher Hyphen, enthalten iſt.

Eigenthümlich verhält ſich das an den Blättern der Heidelbeere ſchmarotzende *Exobasidium vaccinii* Woron.; es bildet gar keinen eigentlichen Fruchtkörper, ſondern nur eine aus den für die Hymenomyceten charakteriſtiſchen Baſidien beſtehende Hymeniumſchicht, welche unter der Cuticula der Nährpflanze angelegt wird und dieſe zuletzt durchbricht.

Entwickelungsgang. Von den Sporen der Hymenomyceten kennt man vielfach die Keimung, welche in Bildung von Keimſchläuchen beſteht. Einige kleinere Hymenomyceten (Arten von *Coprinus* und *Agaricus*) hat man auch durch Sporenausſaat kultiviren können bis zur Bildung von Fruchtkörpern. Letztere entſtehen dann durch reichliche Zweigbildung an gewiſſen Stellen der Mycelfäden, indem die Zweige zu einem Knäuel von Hyphen ſich verflechten, welcher die erſte Anlage des Hutes darſtellt. Auch bei der Entſtehung der Hymenomycetenfruchtkörper haben einige Forſcher einen Sexualact annehmen zu müſſen geglaubt. Es iſt nämlich mehrfach beobachtet worden, daß an Mycelien von Hymenomyceten, die man durch Sporenausſaat gezüchtet hatte, an den Seiten der Fäden zarte, ſich krümmende Ausſtülpungen ſich bildeten, welche ſich zergliedern in kurze auseinanderfallende ſtäbchenförmige Zellen, die man unter dem Namen Spermatien (S. 447) für männliche Befruchtungselemente erklärte und von denen man vermuthete, daß ſie mit den die erſte Anlage der Fruchtkörper bildenden Hyphen, einem Karpogon (S. 406), verſchmelzen müßten, um letzteres zu befruchten. Nachträglich hat ſich aber herausgeſtellt, daß dieſe Organe keimfähig ſind, alſo die Bedeutung von Vermehrungsorganen haben und daher die Bezeichnung Sporidien (S. 508) oder Conidien verdienen, und daß in manchen Fällen die eben beſchriebene Anlage der Fruchtkörper ohne Anweſenheit ſolcher Sporidien ſich entwickelt. Wo Sclerotien (S. 501) vorkommen entſtehen dieſe in derſelben Weiſe am Mycelium wie die Fruchtkörper und bisweilen an demſelben Mycelium neben den letzteren. Aus jeder Zelle des Sclerotiums kann durch Zweigbildung die Anlage von Fruchtkörpern eingeleitet werden, ebenſo aus jedem Stück zerſchnittener Sclerotien. In Nährlöſungen dagegen keimen Sclerotien ebenſo wie Fruchtkörperanlagen zu Mycelien aus.

Literatur über Hymenomyceten: De Bary, Morphologie und Phyſiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866. — R. Hartig, Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874. — Derſelbe, Zerſetzungserſcheinungen des Holzes. Berlin 1878. — Brefeld, Botaniſche Unterſuchungen über Schimmelpilze. 3. Heft. Leipzig 1877. — Rees, in Botaniſche Zeitg. 1875, pag. 79. — Van Tieghem, in Comptes rendus, 8. Februar und 15. November 1875. — Eidam, in Botaniſche Zeitg. 1875, Nr. 40—41 und 45.

3. Familie. Zitterpilze. Tremellini.[1]

§. 185. Die Zitterpilze wachſen auf abgeſtorbenem Holze oder auf nackter Erde und beſitzen ein im Subſtrate verbreitetes Mycelium und kleine oder auch ziemlich anſehnliche Fruchtkörper von weicher, gallert- oder knorpelartiger Conſiſtenz. Dieſelben bilden ein kleines, an der Oberfläche unregelmäßig gefurchtes Polſter (*Naematelia*), oder blattartige, ausgebreitete und mehr oder minder zuſammenhängende Maſſen, welche entweder unregelmäßig lappig zertheilt und gekröſartig gewunden und gefaltet (*Tremella*) oder napfförmig mit aufgebogenem Rande (Fig. 591.), dabei von unregelmäßigem Umriſſe, aber an der Oberſeite glatt, unten behaart erſcheinen (*Hirneola* und *Exidia*). Die ganze freie Oberfläche dieſer Körper, bei den polſterförmigen die des oberen verdickten Theiles, bei den napfförmigen die der glatten Oberſeite, iſt von der Hymeniumſchicht eingenommen. Dieſe beſteht aus dicht beiſammenſtehenden Baſidien, welche als die Enden der nach außen gerichteten Zweige der Hyphen des Fruchtkörpers ſich erweiſen. Für die Zitterpilze iſt es charakteriſtiſch, daß die Baſidien ſich in fadenförmige Zweige, die ſogenannten Sterigmen[2] veräſteln, deren jeder an ſeiner Spitze eine einzige Spore abſchnürt (Fig 591.). Bei *Exidia* und *Tremella* iſt die Baſidie von kugeliger Geſtalt und theilt ſich durch ſenkrechte Wände in vier kugelquadrantiſche

1) Abgeleitet von tremĕre zittern. 2) στήριγμα die Stütze, weil dieſe Organe die Sporen unmittelbar auf ihrer Spitze tragen.

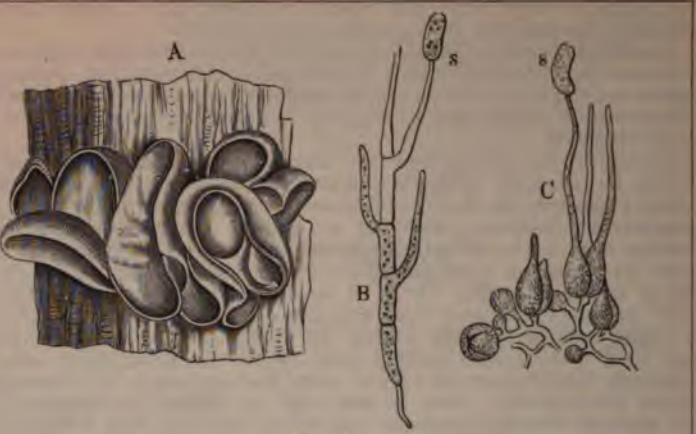


Fig. 591.

Das Judasohr (*Hirneŏla auricŭla Judae* Berk.).

A Einige Fruchtkörper in natürlicher Größe, nach Krombholz.
B Eine Basidie aus dem Hymenium desselben Pilzes, in fadenförmige Sterigmen verästelt, deren eins bei s eine Spore abgeschnürt hat. 390fach vergrößert. Nach de Bary.
C Basidien von *Exidĭa spiculōsa* Sommerf. in verschiedener Entwickelung. Die Basidie ist in mehrere nebeneinanderstehende Zellen getheilt, deren jede ein fadenförmiges Sterigma treibt, welches eine Spore s abschnürt. Stark vergrößert. Nach Tulasne.

Zellen, von denen jede ein langes Sterigma treibt. Dagegen ist bei *Hirneŏla auricŭla Judae* Berk., der sich hierin im allgemeinen auch die anderen Gattungen gleich verhalten, die Basidie selbst fadenförmig und in eine Reihe von Zellen getheilt, deren jede aus ihrem oberen Ende ein fadenförmiges Sterigma über die Hymenialfläche emportreibt. Zu erwähnen ist, daß man im Hymenium von *Tremĕlla mesenterĭca* neben den gewöhnlichen Basidien reichverzweigte Fäden gefunden hat, welche den Spermatien (S. 447) ähnliche kleine Sporen abschnüren. Die Sporen der Tremellineen treiben bei ihrer Keimung einen Keimschlauch oder bilden wie bei Ustilagineen und Uredineen ein kleines Promycelium, an welchem kleine stäbchenförmige Zellchen, Sporidien (S. 508), abgeschnürt werden, welche sofort wieder keimen und Mycelien bilden.

Literatur über Tremellineen: Tulasne, in Ann. des sc. nat. 3. sér. T. XIX.

4. Familie. Rostpilze. Aecidiacĕae[1] oder Uredinĕae.[2]

§. 186. Die Uredineen sind sämmtlich pflanzenbewohnende Schmarotzerpilze. Sie haben ein endophytes (S. 443) Mycelium, welches aus mit Querscheidewänden versehenen Fäden besteht, die zwischen den Zellen der Nährpflanze wuchern. Die kleinen Fruchtkörper stellen eine nackte oder mit einer Hülle versehene Hymeniumschicht dar, welche immer nahe der Oberfläche der Nährpflanze, nämlich innerhalb oder unmittelbar unterhalb der Epidermis sich bildet, und erscheinen daher als kleine gelbe, rothe, braune oder schwarze Häufchen oder Lager von Sporen, die gewöhnlich in größerer Anzahl den vom Pilze befallenen Pflanzentheil bedecken und denjenigen Krankheitszustand der Pflanze darstellen, den man allgemein als Rost bezeichnet.

1) Teleutosporen.[3] Die Uredineen haben wenigstens eine Art von Sporen, die sich auch bei denjenigen findet, welche mehrere Arten von Sporen besitzen. Diese den meisten Rostpilzen zukommende Sporenart sind die sogenannten

1) Von Persoon gebildetes Wort, wahrscheinlich von ἀτιτία Mißhandlung, Leiden. 2) von urēdo, bei den Römern Bezeichnung für den Brand der Pflanzen, die durch Ustilagineen (s. 188.) hervorgebrachten Krankheiten, von urĕre brennen. 3) zusammengesetzt aus τελευτή Ende, Schluß und σπορά Spore, weil diese Sporen am Schlusse der Entwickelungsperiode gebildet werden.

Teleutosporen. Je nach der verschiedenen Beschaffenheit derselben werden die Gattungen der Rostpilze unterschieden. Bei vielen entstehen diese Sporenhäufchen unter der Epidermis und brechen zuletzt mehr oder weniger durch dieselbe hervor. Bei diesen sind die Sporen meist gestielt durch eine farblose, bald längere, bald kürzere Stielzelle; die Spore selbst ist einzellig (bei *Uromyces*) oder zweizellig (bei *Puccinia* Fig. 594., *Gymnosporangium*) oder aus drei bis mehreren übereinanderstehenden Zellen zusammengesetzt (*Phragmidium*). Bei anderen Uredineen bilden die Teleutosporen fest zusammenhängende Lager, welche entweder unter der Epidermis oder innerhalb der Epidermiszellen entstehen. Diese bestehen bei *Chrysomyxa* aus dicht beieinander wachsenden fadenförmigen, bisweilen gabelig verzweigten, mit Querscheidewänden und mit orangegelbem Inhalt versehenen Zellen, bei *Coleosporium*, *Melampsora* (Fig. 592.) und *Calyptospora* (Fig. 593.) aus §. 186.

Fig. 592.
Teleutosporen des Pappelrostes (*Melampsora populina* Lév.).
A Querdurchschnitt durch ein Teleutosporenlager s unterhalb der Epidermis e eines Pappelblattes. m Mycelfäden zwischen den Zellen des Blattes, nach außen sich erweiternd, durch Scheidewände gliedernd und in die Sporen übergehend. 200fach vergrößert.
B Stück eines Teleutosporenlagers von außen gesehen, um die Stellung der Sporen unter den in der Zeichnung angedeuteten Epidermiszellen zu zeigen. 200fach vergrößert.

Fig. 593.
Calyptospora Göppertiana Kühn.
A Eine Preißelbeerpflanze mit zwei von dem Pilze befallenen Stengeln, welche dadurch schwammig aufgetriebene Rinde bekommen haben und stark verdickt sind; rechts ein normaler Zweig.
B Durchschnitt durch den äußeren Theil der aufgetriebenen Stengelrinde; r Rindezellen, zwischen denen Mycelfäden des Pilzes sichtbar sind, welche nach außen hin sich verflechten und in den Epidermiszellen e e in die prismatischen dicht beisammenstehenden Teleutosporen übergehen, welche die Epidermiszellen ganz ausfüllen. 200fach vergrößert.
C Einige Epidermiszellen von außen gesehen, um die Stellung der Teleutosporen in ihnen zu zeigen. 200fach vergrößert.

unverzweigten, kurzen, palisadenförmig oder wie ein Parenchym aneinander gelagerten Zellen. Bei *Cronartium* stellt das Teleutosporenlager sogar einen aus der Epidermis sich erhebenden aufsteigenden säulenförmigen Körper dar, welcher aus gewebartig vereinigten Teleutosporen besteht. Bei den meisten Uredineen sind die Teleutosporen Dauersporen, d. h. sie keimen erst nach einer Ruheperiode, in der

§. 186. Regel nach Ueberwinterung, und können dann auch als Wintersporen bezeichnet werden. Bei der Keimung treibt die Sporenzelle, bei mehrzelligen Sporen oft jede Zelle, einen Keimschlauch, der aber nicht in eine Nährpflanze eindringt, sondern ein Promycelium bildet: der etwas gekrümmte Keimschlauch theilt sich am Ende in mehrere kurze Zellen, deren jede an der Seite in einen dünneren Zweig auswächst; an dessen Ende eine rundliche, farblose Zelle abgeschnürt wird. Dieses sind die Sporidien, welche nach Abtrennung vom Promycelium sogleich keimen. Bei denjenigen Uredineen, welche nur Teleutosporen besitzen, sind die letzteren in der Regel sofort nach der Reife keimfähig, sie überwintern nicht, und ihre Sporidien lassen ihre Keimschläuche sogleich wieder in eine Nährpflanze eindringen, wo sie sich wieder zu teleutosporenbildendem Mycelium entwickeln. So bei der *Leptopuccinia* genannten Untergattung von *Puccinia*, wohin z. B. *P. malvaceārum*, *P. caryophyllearum* ꝛc. gehören. Bei den übrigen Uredineen ist in den Entwickelungsgang die Bildung noch einer oder zweier anderen Sporenarten eingeschaltet. Diese sind

2) die Uredosporen oder Stylosporen[1]. Wo diese auftreten, gehen sie der Bildung der Teleutosporen vorher und erscheinen entweder in besonderen Häufchen oder in denselben Lagern, welche später die Teleutosporen erzeugen (Fig. 594, A). Es sind stets einzellige, runde oder ovale Sporen, welche ein punktirt rauhes Episporium haben und in ihrem Proto-

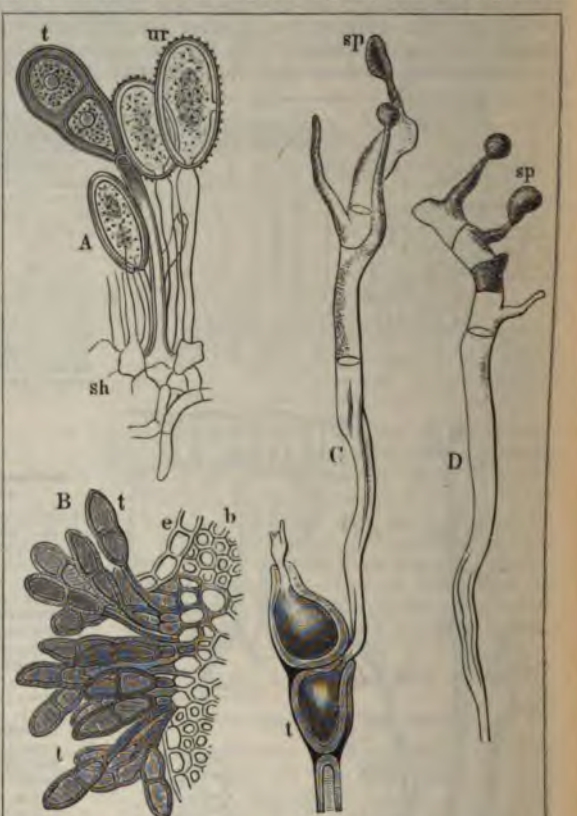


Fig. 594.

Der **Getreideroſt** (*Puccinia graminis* Tul.).

A Ein kleines Stück des Uredosporenlagers mit Uredosporen ur und einer bereits gebildeten Teleutospore t. Die stielförmigen Basidien entspringen von einem Hyphengeflecht sh. 390 mal vergrößert. Nach de Bary.

B Durchschnitt durch ein ganzes Teleutosporenlager tt, welches auf einem Grasblatte b durch dessen Epidermis e hervorgebrochen ist. 200 mal vergrößert. Nach de Bary.

C Keimende Teleutospore (t), welche ein Promycelium bildet;

D ein anderes Promycelium; beide sind oben in mehrere Zellen getheilt, deren jede einen dünnen Zweig treibt, auf dessen Ende eine Sporidie sp sp abgeschnürt wird. 500 mal vergrößert. Nach Tulasne.

1) ☞ Seite 448, Note 2.

asma Tröpfchen orangerothen Oeles enthalten. Sie werden auf fadenförmigen §. 186.
asidien abgeschnürt, welche unterhalb der Epidermis angelegt werden; zuletzt
echen die rostrothen Staubhäufchen durch die Epidermis hervor. Dieselben wurden
lher für selbständige Pilze gehalten und bildeten die alte Gattung *Urēdo*. Die
redosporen sind sogleich nach ihrer Reife keimfähig, sie keimen schnell und bilden
bei ansehnliche, verzweigte Keimschläuche ohne Sporidien. Diese dringen, meist
rch die Spaltöffnungen, in die geeignete Nährpflanze ein, um sich hier sogleich
einem neuen Mycelium zu entwickeln, an welchem wieder Uredosporen und
rauf Teleutosporen gebildet werden. Die Stylosporen sind daher zur Vermehrung
s Pilzes während des Sommers bestimmt (daher wohl auch Sommersporen
nannt), wodurch die Anzahl der Sporen mit der Wiederholung der Generationen
ogressiv ins Ungeheuere steigt; dies ist die Ursache des oft massenhaften Umsich-
eifens der Rostkrankheiten in einem Sommer. Manche Uredineen haben nur
redo- und Teleutosporen, die in der angegebenen Succession auf einander folgen,
B. die Arten von *Melampsōra*, wohl auch die Arten von *Phragmidium*,
riphragmium und *Xenodōchus*.

3) Die Aecidien. Darunter versteht man kleine, meist ebenfalls rothgelbe
d mit rothgelben runden, einzelligen, den Uredosporen ähnlichen Sporen erfüllte
rüchtchen, die meist von einer Hülle, Peridie[1]) genannt, umgeben sind und
wöhnlich zahlreich beisammen auf verdickten oder monströs vergrößerten und miß-
bildeten oder ganz abnorm gestalteten Theilen der Nährpflanze stehen. Im Grunde
r Peridie befinden sich kurze, cylindrisch-keulenförmige Basidien, die an ihrer
pitze je eine lange Reihe von Sporen abschnüren, die in der Reihenfolge von
en nach unten, wie sie entstanden sind, sich abgliedern und als orangegelbes
ulver aus der Peridie hervortreten. Letztere besteht aus einer einfachen Schicht
was größerer und dickwandigerer, fast inhaltsloser Zellen, welche ebenfalls reihen-
rmig geordnet sind und in gleicher Reihenfolge wie die Sporen durch Theilungen
n Basidien gebildet werden. Die Jugendzustände dieser Aecidienfrüchte sind kleine,
äter sich vergrößernde parenchymatische Zellenkörper, welche aus verflochtenen
yphen hervorgegangen sind; dieses Parenchym wird endlich verdrängt von den
s dem Grunde desselben sich erhebenden Basidien, welche dann die Sporenketten
d die Peridie erzeugen. Letztere schließt anfangs über den Sporenketten zusammen
d wird beim Hervortreten aus der Blattoberfläche durch Zerreißen geöffnet. Je
ch Bau und Oeffnungsweise unterscheidet man mehrere Formen von Aecidien,
e früher ebenfalls unter eigenen Gattungsnamen für selbständige Pilze galten.
ie Form, deren Peridie becherförmig ist und am Scheitel sich öffnet, führte den
amen *Aecidium* (Fig. 595.), diejenige, welche aus einer mehr oder weniger
hrenförmigen Peridie besteht, die entweder an den Seiten ringsum gitterförmig
er an der Spitze pinselförmig sich spaltet, *Roestelia*, während man diejenigen
ormen, welche keine Peridie besitzen und meist weiter ausgedehnte Lager bilden,
e aber gleich den anderen Aecidien die Sporen kettenförmig abschnüren, als *Caeōma*
zeichnet. Allen Aecidienformen ist es übrigens gemeinsam, daß in ihrer Begleitung
permogonien[2]) auftreten, d. s. den gleichnamigen Organen der Ascomyceten
tsprechende kleine, dem bloßen Auge als Pünktchen erscheinende krugförmige Behälter,
e mit behaarter Mündung zwischen den Epidermiszellen hervorragen und deren
permatien in Gallert eingebettet in Form von Tropfen oder Ranken aus der Mün-
ng hervorquellen. Die Spermogonien treten auf denselben verdickten Blattstellen
f, wie die Aecidien, aber vorzugsweise auf der oberen Blattseite (Fig. 585, A, sp),
m Theil auch an der unteren zwischen den Aecidien und im Umfange derselben;
erscheinen etwas früher als diese und sind entleert, wenn dieselben ihre volle
ntwickelung erreicht haben. Absolut keimungsunfähig sind zwar die Spermatien
cht; aber eine Pilzentwickelung ist aus ihnen nicht zu erzielen, und ihre Bedeutung
er ebenso unbekannt, wie bei anderen mit Spermogonien versehenen Pilzen. Wenn
n Aecidium in den Entwickelungsgang eines Rostpilzes eingeschaltet ist, so entsteht
aus den Sporidien, und ist also die erste auf das Promycelium folgende auf
ner Nährpflanze entwickelte Generation. Die Aecidiumsporen sind dann ebenfalls

1) Gebildet aus περί herum. 2) ☞ S. 447, Note 5.

Ein durchgreifender Unterſchied zwiſchen Uredo und Aecidium beſteht nicht. Denn §. 186.
einerſeits giebt es Aecidienformen, die mit einem Uredo in dem Mangel der Peridie übereinkommen (Caeōma). Andererſeits giebt es Uredoformen, welche eine Peridie beſitzen und ſich nur durch die einzeln, nicht kettenförmig abgeſchnürten Sporen von einem echten Aecidium unterſcheiden, wie z. B. die Uredozuſtände von *Melampsōra*. Wieder bei anderen Uredoformen fehlt zwar die Peridie, aber die Sporen werden nach Aecidienart kettenförmig abgeſchnürt; ſo bei denjenigen der Gattung *Coleosporĭum*. Auch finden ſich in Begleitung mancher Uredoformen Spermogonien, und wo dies der Fall iſt, fehlt das echte Aecidium; ſo bei *Triphragmĭum ulmarĭae*, *Puccinĭa suaveŏlens*. Man könnte hier den Uredo als Stellvertreter des Aecidiums betrachten.

Wenn wir denjenigen Entwickelungsgang, in welchem mit den Teleutoſporen eine Uredo- oder eine Aecidiumgeneration oder beide zugleich abwechſeln, als den Typus der Uredineen betrachten, ſo läßt ſich annehmen, daß bei anderen Uredineen mit unvollſtändigem Generationswechſel die fehlenden Generationen im Laufe der Zeit ausgeſchaltet worden ſind, ſich verloren haben als zur Fortpflanzung des Pilzes nicht erforderlich. Nothwendig für den Entwickelungsgang iſt das Aecidium nach den gegenwärtigen Kenntniſſen z. B. bei dem Getreideroſte *Puccinĭa gramĭnis*. Denn hier überwintert das Mycelium in der Getreidepflanze nicht. Aus den von den Teleutoſporen gebildeten Sporidien entſteht das Aecidium auf der Berberitze, und nur deſſen Sporen können alſo den neuen Uredo- und Teleutoſporen bildenden getreidebewohnenden Roſtpilz hervorbringen. Nicht ſtreng nothwendig im Entwickelungsgange iſt das Aecidium ſchon bei dem anderen Getreideroſte *Puccinĭa striaeformis*, einem ebenfalls heteröciſchen Roſtpilze, der ſein Aecidium auf Boragineen hat (das *Aecidium asperifolii*). Dieſes Aecidium wird zwar aus den Sporidien dieſes Pilzes erzeugt, und ſeine Sporen vermögen auf Gramineen zurückwandernd dort wieder den Roſt hervorzubringen. Aber hier perennirt das Mycelium in zweijährigen Gramineen, und an dieſem entſtehen im nächſten Jahre ſogleich wieder Uredo- und Teleutoſporen. Zur Entſtehung derſelben iſt alſo der Aecidiumzuſtand nicht nothwendig. So könnte man ſich auch denken, daß bei vielen Roſtpilzen die Aecidiumgeneration ganz unterdrückt worden iſt, indem die Sporidien das Vermögen erlangt haben, ſogleich wieder den Teleutoſporenzuſtand mit oder ohne Uredo zu reproduciren. Aber ebenſo wäre auch denkbar, das einem Roſtpilze die Uredo- oder Aecidiumſporen zur Fortpflanzung genügen und daß deshalb die Teleutoſporen als überflüſſig allmählich unterdrückt worden ſind. Sicher iſt es von einer Aecidiumform, dem *Endophyllum sempervīvi*, erwieſen, daß ſie die einzige Generation des Pilzes iſt, daß ſie alſo ohne Teleutoſporen ſich ſelbſt wieder erzeugt, indem die Sporen hier gleich Teleutoſporen mit einem Promycelium keimen, an welchem Sporidien entſtehen, welche denſelben Aecidiumpilz reproduciren. So könnten vielleicht auch manche Uredoformen, zu denen man bis jetzt noch keine andere Generation kennt, nach Ausſchaltung der Teleutoſporengeneration für ſich allein fortpflanzungsfähig ſich erhalten haben. Allein man darf das nicht ohne weiteres auf alle ſolche Roſtpilze, insbeſondere Aecidienformen, von denen man noch keine Teleutoſporen kennt, ausdehnen. Denn unter dieſen giebt es welche, die in der That einen Teleutoſporenzuſtand auf einer anderen Nährpflanze beſitzen müſſen, der nur noch nicht entdeckt iſt. Dies folgt daraus, daß es nicht gelingt, die Aecidiumſporen auf der nämlichen Nährpflanze zur abermaligen Entwickelung der Aecidiengeneration zu bringen. Zu dieſen gehören vorläufig noch mehrere auf Coniferen vorkommende Formen, wie das *Aecidium elatīnum* auf Weißtannen, das *Caeōma pinitōrquum* auf Kiefern, das *Caeōma laricis* auf Lärchen.

Literatur über Uredineen. Tulasne, Mémoires sur les Ustilaginées et les Urédinées, in Ann. des sc. nat. 3. sér. T. VII. und 4. sér. T. II. — De Bary, Recherches sur les champignons parasites, in Ann. des sc. nat. 4. sér. T. XX. — Derſelbe, Neue Unterſuchungen über Uredineen, in Monatsber. d. Berliner Akademie 1865 und 1866. — Derſelbe, Morphologie und Phyſiologie der Pilze. Leipzig 1866. — Schröter, Brand- und Roſtpilze Schleſiens, in Abhandl. d. ſchleſiſchen Geſellſch. f. vaterl. Cultur. 1869. — Derſelbe, in Sitzungsberichte d. ſchleſiſchen Geſellſch. f. vaterl. Cultur, 6. Nov. 1873. — Derſelbe, in Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen I. Heft 3 und III. Heft 1. — Derſelbe, in Hedwigia 1875, pag. 161. — Woronin, in Botaniſche Zeitg. 1872 Nr. 38 u. 39 und 1875 pag. 340. — Oerſted, in Botaniſche Zeitg. 1865, pag. 291. — Nees, Roſtpilzformen der deutſchen Coniferen, in Abhandl. der naturf. Geſellſch. zu Halle. XI. — Wolff, in Botaniſche

Zeitg. 1874. — R. Hartig, Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874. — De Bary, in Botanische Zeitg. 1867, Nr. 33, und 1879, pag. 761 ff.

5. Familie. Entomophthorĕae.[1]

§. 187. Diese kleine Gruppe auf Insekten lebender Schmarotzerpilze hat ihren Hauptvertreter in *Empūsa* (*Entomophthŏra*) *muscae* Cohn, die an den Stubenfliegen eine epidemische Krankheit veranlaßt, an welcher im Herbste viele Fliegen sterben. Nach dem Tode treten zwischen den Segmenten des anschwellenden Hinterleibes weiße Ringe auf, welche gebildet werden von den zahlreichen Fruchthyphen (Basidien) des Pilzes, die an dieser Stelle durch die Haut aus dem Leibe hervorwachsen. Sie haben keulenförmige Gestalt, sind durch eine Scheidewand von ihrem hinteren Theile abgegrenzt und schnüren an ihrer Spitze eine einzige rundliche farblose Spore, Conidie, ab, welche nach erlangter Reife fortgeschleudert wird. Dies wird dadurch bewirkt, daß die Basidien durch Vermehrung ihres Zellsaftes so stark anschwellen, daß die Zellhaut in große Spannung versetzt wird und wenn sie endlich zerreißt, sich plötzlich zusammenzieht, was einen Druck auf den Zellinhalt ausübt, infolge dessen dieser ausgespritzt wird und die Spore mit sich reißt. Das todte Insekt ist daher bald von einem weißen Hofe, der von den Sporen herrührt, umgeben. Die Sporen keimen leicht auf der Haut gesunder Thiere, indem sie einen Keimschlauch treiben, dessen Spitze durch die Haut dringt und unter derselben weiter wächst. Bei *Empūsa muscae* (Fig. 596.) bildet er daselbst nur kurze rundliche Zellen, ähnlich wie die Hefepilze, welche sich von einander trennen, reichlich vermehren, ins Blut gelangen und dasselbe endlich ganz erfüllen. Bei *Empūsa radicans*, welche die Raupen des Kohlweißlinges bewohnt, wächst der Keimschlauch zu langen verästelten Hyphen fort, welche bald als dichtes Geflecht den ganzen Körper einnehmen und von welchen sich endlich auch einzelne Hyphenstücke als Zellen abtrennen und ins Blut gelangen. Die das Blut erfüllenden Zellen der *Empūsa muscae* wachsen zuletzt zu unregelmäßig gekrümmten schlauchförmigen Hyphen aus, deren eines Ende als keulenförmiges Basidium aus der Haut des Hinterleibes hervorkommt. Der von *Empūsa radicans* befallene Raupenkörper erstarrt endlich in der Myceliummasse des Pilzes, welche sogar an der Unterseite des Körpers in Hyphenbündeln herauswächst und sich am Boden festheftet, während die Fruchthyphen aus der Oberseite der Raupenleiche hervorbrechen.

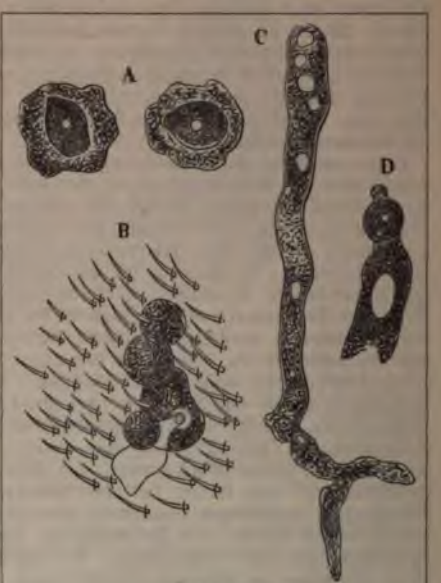


Fig. 596.
Empūsa muscae Cohn.

A Reife Sporen, von einem Theile des ausgespritzten Protoplasmas des Basidiums mantelartig umgeben.
B Ein Stück Fliegenhaut mit einer keimenden Spore und einem bereits eingedrungenen, innen sprossenden Keimschlauche.
C Eine im Innern des Leibes gebildete, zu einer schlauchförmigen Hyphe herangewachsene Zelle, deren eines Ende keulig angeschwollen ist und zur Basidie wird.
D Stück eines anderen solchen Fadens, welcher bereits am Ende eine durch eine Querwand abgegrenzte Spore gebildet hat, kurz vor dem Abwerfen. 300mal vergrößert. Nach Brefeld.

1) Zusammengesetzt aus ἔντομα Insekten und φθείρω tödten.

Außer den Conidien sind neuerdings auch Dauersporen aufgefunden worden, durch welche diese Pilze überwintern. Sie entstehen bei *Empūsa radicans* im Innern des Raupenkörpers an der Seite der Mycelfäden als kugelige Ausstülpungen derselben, welche eine dicke, farblose, aus Endosporium und Episporium bestehende Haut und einen mit Oeltropfen erfüllten Inhalt bekommen und nach Auflösung des Myceliums allein übrig bleiben. Bei *Empūsa muscae* entstehen sie an der Seite der Basidien durch Ausstülpungen, welche von zwei nebeneinanderstehenden Basidien gebildet werden und mit einander verschmelzen, worauf eine der Ausstülpungen zu einer Dauerspore hervorwächst; in diesem Falle könnte vielleicht eine Copulation (S. 395), also eine sexuelle Bildung vorliegen. Die Keimung dieser Dauersporen ist noch nicht beobachtet worden.

Literatur über Entomophthoreen: Cohn, Empūsa muscae und die Krankheit der Stubenfliegen, in Nova Acta Acad. Leop. Carol. 1855. — Fresenius, Ueber die Pilzgattung *Entomophthora*. Frankfurt 1857. — Nowakowski, in Botanische Zeitg. 1877. pag. 217. — Brefeld, Ueber Entomophthoreen, in Botanische Zeitg. 1877. pag. 345.

6. Familie. Brandpilze. Ustilaginčae[1].

§. 188. Die Ustilagineen sind endophyte Schmarotzerpilze auf Phanerogamen; ihr feinfädiges, verzweigtes Mycelium durchwächst meist weite Strecken der Nährpflanze, kommt aber nur in bestimmten Theilen derselben zur Fructification, indem hier die Mycelhyphen meist unter Resorption des befallenen Gewebes zu sporenbildenden Fäden werden, welche unmittelbar in Sporen zerfallen. Letztere nehmen dann als meist dunkle Staubmassen die Stelle des zerstörten Gewebes ein und werden durch Zerfall des Pflanzentheiles frei. Diese Erscheinungen an den Nährpflanzen sind als Brandkrankheiten bekannt. Die Brandsporen sind wohl als die Dauersporen der Ustilagineen zu betrachten, denn obgleich sie meist sofort nach der Reife zu keimen vermögen, erhält sich doch ihre Keimfähigkeit den folgenden Winter hindurch. Sie sind daher wohl mit den Dauersporen der Entomophthoreen zu vergleichen. Auch das Analogon der Conidien würde den Brandpilzen nicht ganz fehlen, denn man kennt jetzt von einigen wenigen dieser Pilze auch eine an der Oberfläche des befallenen Pflanzentheiles sich bildende weiße, schimmelartige Fructification mit Conidien (s. unten S. 515).

Die Pflanzentheile, in denen die Ustilagineen die dunkle Masse ihrer Dauersporen bilden, sind je nach den Pilzspecies verschieden; z. B. das ganze Grasährchen der Getreidearten bei *Ustilāgo carbo*, das Innere des Fruchtknotens des Weizens bei *Tilletia caries*, das Innere der Antheren von Sileneen bei *Ustilāgo antherārum*, die Seitentriebe mit den weiblichen Kolben des Mais bei *U. maydis*, die Parenchymstreifen zwischen den Gefäßbündeln der Blattscheiden und Halmglieder des Roggens bei *Urocystis occulta*, die Wurzeln von *Scirpus maritimus* bei *Ustilāgo marina*. Auf der freien Oberfläche der Stengel und der Innenseite der Blätter bilden sich die Sporenlager der gräserbewohnenden *Ustilāgo hypodites*, des auf Caryophyllaceen wachsenden *Sorisporium saponariae*, desgl. auf der freien Oberfläche des Fruchtknotens von *Carex*-Arten bei *Ustilāgo urceolōrum*.

Das Mycelium wächst innerhalb der Nährpflanze in Gestalt feiner verzweigter Fäden mit oder ohne Querscheidewände sowohl zwischen den Zellen als auch quer durch dieselben hindurch (Fig. 597.). Bei wenigen Brandpilzen überschreitet es nicht dasjenige Organ, in welchem später die Sporenbildung stattfindet; so z. B. bei *Ustilāgo floscul̄orum*, wo es nur in den Antheren sich findet, in denen die Sporen gebildet werden, sowie bei *Ustilāgo utriculōsa*, deren Sporen in den Staubgefäßen und Fruchtknoten von *Polygōnum*-Arten vorkommen und deren Mycelium die Blüten nicht überschreitet. Bei den meisten Brandpilzen, insbesondere auch solchen, deren Sporen nur in der Inflorescenz entstehen, durchwuchert das Mycelium die ganze oberirdische Pflanze, um bis an den Ort der Sporenbildung zu gelangen, weil hier meist die Keime an einem von jenem entfernten Orte in die Nährpflanze eindringen (s. unten).

In denjenigen Theilen der Nährpflanze, in denen die Fructification stattfindet, nimmt das Mycelium an Entwickelung beträchtlich zu, indem seine Fäden sich unter einander verflechten, das Innere aller nährstoffhaltigen Zellen ausfüllen und

1) Gebildet aus ustus verbrannt.

§. 188. dieselben bald ganz zerstören. Sie stellen jetzt die sporenbildenden Fäden dar, welche meist gallertig aufquellende Membranen und einen dichten ölhaltigen glänzenden Inhalt haben. Aus ihnen werden die Sporen dadurch gebildet, daß alle ihre Aestchen an den Enden kugelig anschwellen oder auch rosenkranzförmig mehrere Anschwellungen bekommen (Fig. 597.). Der Inhalt jedes dieser Glieder umgiebt sich mit einer neuen Membran und wird dadurch zur Spore, während die gallertige ursprüngliche Membran des Fadens gleich den übrigen Theilen der sporenbildenden Fäden zuletzt verschwindet. Der Pilz besteht daher im Reifezustande nur aus den zahllosen eine staubartige Masse darstellenden Sporen; auch das eigentliche Mycelium in den übrigen Theilen der Nährpflanze ist um diese Zeit meist nicht mehr vorhanden. Die Sporen sind meist einfache, kugelrunde Zellen, deren Membran eine braungefärbte, glatte oder netzförmig gezeichnete Außenhaut (Episporium) besitzt. Zusammengesetzte Sporen finden sich bei *Sorisporium*, wo sie aus mehreren zu einem Ballen vereinigten, gleichen Zellen bestehen, bei *Geminella*, wo sie aus je zwei gleichen Zellen, und bei *Urocystis*, wo sie aus einigen größeren und mehreren leeren kleineren Zellen, die dem Umfange jener ansitzen, gebildet sind. Bei der Bildung der zusammengesetzten Sporen rollen sich die sporenbildenden Fäden spiralig mit mehr oder minder dicht an einander liegenden Windungen und schwellen dann zu mehreren kugeligen Gliedern an, aus denen die Sporenzellen entstehen. Bei *Urocystis* schlingen sich um diese Spiralen, aus denen die Hauptsporenzellen werden, benachbarte Fäden, die sich nicht in dem Grade wie jene verdicken und aus deren Windungen die Nebensporenzellen entstehen. Man hat in diesen Bildungen sexuelle Befruchtungsvorgänge vermuthet. Etwas abweichend ist die Entstehung der Sporen bei denjenigen Gattungen, die man bisher als eine besondere Familie Protomyceten betrachtete. Hier entstehen die Sporen einzeln in der Continuität des Mycelfadens, indem letzterer stellenweise zu ovalen oder runden Gliedern anschwillt, dann wieder als dünner Faden fortwächst, um eine Strecke weiter abermals eine Anschwellung zu bilden (Fig. 597.). Diese Glieder werden zu Sporen, welche eine dicke, geschichtete, farblose Membran und protoplasma- und ölreichen Inhalt bekommen.

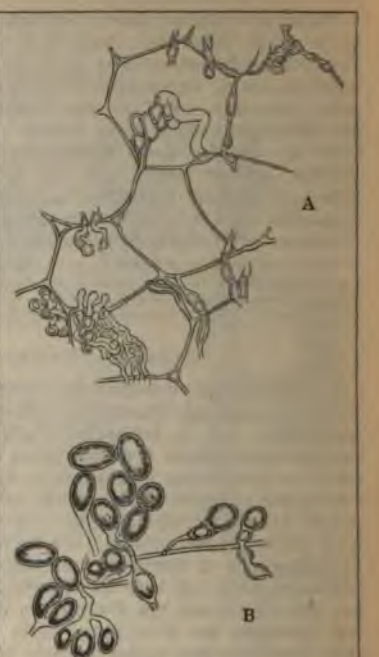


Fig. 597.
Der **Staubbrand** (*Ustilago carbo* Tul.) in einer Getreideblüte.
A Das Mycelium, aus Fäden bestehend, welche regellos durch die Zellen und Zellmembranen des Gewebes wachsen.
B Die Fäden in der Sporenbildung begriffen. 500fach vergrößert.

Die Sporen keimen auf jeglicher feuchten Unterlage; ihr Keimschlauch bildet einen kurzen, mit mehreren Querwänden versehenen Faden, das Promycelium. Dieses erzeugt sogleich durch Verzweigung seitliche Glieder, welche sich ablösen und sofort wieder in einen Keimschlauch auswachsen können. Dieselben dienen hiernach zur Vermehrung des Pilzes und werden deshalb Sporidien genannt. Ihre Bildung zeigt einige Verschiedenheiten bei den einzelnen Gattungen. Bei *Ustilago* sind es länglichrunde Zellchen, welche meist einzeln an den Seiten und am Ende des Promyceliums entstehen (Fig. 598, B, s, s). Bei *Tilletia caries* bildet sich dagegen auf dem Ende des letzteren ein Quirl fadenförmiger aufrechter Sporidien, welche in ihrer unteren Hälfte durch ein Querästchen paarweise sich copuliren und in

§. 188.

dieser Verbindung abfallen; die Paare wachsen dann an irgend einem Punkte in einen fadenförmigen Keimschlauch aus, an welchem häufig Abschnürung secundärer Sporidien in Form länglich ovaler Zellchen stattfindet, die wiederum auskeimen können (vergl. Fig. 599.). Im wesentlichen dieselbe Form zeigt die Sporenkeimung bei *Urocystis* und *Entylōma*. Eigenthümlich verhält sich in der Keimung *Protomyces macrospōrus* (Fig. 600.). Nach Ueberwinterung der Sporen tritt die Innenhaut derselben als eine kugelige Zelle aus der gesprengten Außenhaut heraus; ihr Protoplasma formt sich in zahlreiche längliche Sporen, welche anfangs in der Zelle eingeschlossen sind, später durch Platzen derselben ausgeschleudert werden. Sie copuliren dann paarweis, indem sie sich durch einen kurzen Schlauch verbinden und durch dessen Erweiterung zu einer einzigen Spore zusammenfließen, welche dann in einen Keimschlauch auszuwachsen vermag.

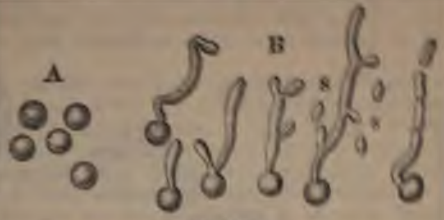


Fig. 598.
Der Pilz des Staubbrandes, *Ustilago carbo* Tul. 400 mal vergrößert.

A Reife Sporen.
B Keimende Sporen, bei s mit Sporidienbildung.

Fig. 600.
Der Pilz des Weizen-Steinbrandes, *Tilletia caries* Tul. 400 mal vergrößert.

sp Eine reife Spore.
p,p Keimende Sporen, deren Keimschlauch einen Quirl cylindrischer Sporidien trägt; diese bei s im Beginne der Entwickelung, bei s fertig und paarweise copulirt.
s,s Abgefallene Sporidienpaare, deren eines bei s' einen zarten Keimschlauch treibt; bei s' eine secundäre Sporidie. Nach Tulasne.

Bei einigen Ustilagineen ist außer den im Inneren der Nährpflanze sich bildenden Dauersporen auch eine Fructification in Form von Conidien bekannt, welche an der Oberfläche des Pflanzentheiles wie ein weißer Schimmel erscheint. Es sind kurze Hyphen, welche farblose Sporen abschnüren und entweder büschelig aus den Spaltöffnungen oder in größeren dichten Lagern aus der Oberhaut hervorbrechen. Sie finden sich besonders bei manchen *Entylōma*-Arten und bei *Sorisporium triententalis*.

Die Entwickelung der Ustilagineen aus ihren Dauersporen ist erst bei verhältnißmäßig wenigen Arten verfolgt worden. Bei diesen dringen die Keimschläuche der Sporidien in die jungen Keimpflanzen ein, indem sie durch die Wände der Epidermiszellen in den Innenraum derselben hineinwachsen und von hier aus weiter gelangen, um schon frühzeitig den Ort der Sporenbildung zu erreichen. Diese Entdeckung wurde zuerst von Kühn an *Tilletia caries* gemacht; nach den neueren Untersuchungen Wolff's dringen diejenigen Ustilagineen, welche in Blüthentheilen fructificiren, deren Mycelium also im jungen Halme aufwärts wachsen muß, am

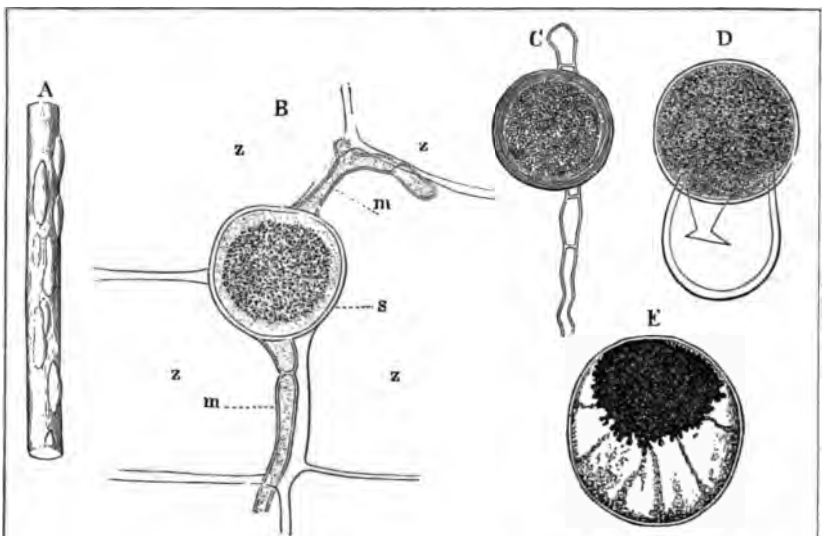


Fig. 600.

Protomyces macrosporus Unger.

A Ein Stück eines Blattſtieles von *Aegopodium podagraria* mit ſchwielenförmigen Anſchwellungen, in denen der Pilz lebt. 2 mal vergrößert.
B Ein Theil eines Durchſchnittes durch eine ſolche Schwiele; zzzz Parenchymzellen, zwiſchen denen ein Stück Mycelium mm des Pilzes ſitzt, welches eine ſtark angeſchwollene kuglige Gliederzelle s hat, die ſich zu einer Spore ausbildet.
C Ein Stück eines Myceliums mit einer reifen Spore, deren Membran ſtark verdickt und geſchichtet iſt.
D Eine Spore nach der Ueberwinterung keimend: die Zelle tritt aus der aufgeriſſenen Außenhaut hervor.
E Weiterer Zuſtand derſelben, in welchem ſich aus dem Protoplasma durch freie Zellbildung zahlreiche Sporen gebildet haben, welche an einer Seite der Mutterzelle zuſammenrücken, um ſpäter aus derſelben hervorgeſchleudert zu werden und dann zu keimen. 390 mal vergrößert. C, D und E nach de Bary.

leichteſten am Wurzel- und erſten Stengelknoten und dem zwiſchenliegenden Stengelgliede ein (*Tilletia caries*, *Ustilago carbo*, *U. destruens*, *U. maydis* ꝛc.); bei denjenigen aber, welche in Blättern fructificiren, geſchieht das Eindringen am ſicherſten durch das erſte Scheidenblatt der Getreidepflanze; und zwar wächſt hier das Mycelium quer durch das Blatt und in die inneren, von jenem umhüllten jungen Blätter hinüber (*Urocystis occulta*). — Ueber die Weiterentwickelung der Conidien iſt nichts bekannt.

Literatur über Uſtilagineen: De Bary, Unterſuchungen über die Brandpilze. Berlin 1853. — Tulasne, in Ann. des sc. nat. 1854. — Kühn, Krankheiten der Kulturgewächſe. Berlin 1859. — Wolff, in Botaniſche Zeitg. 1873. Nr. 42—44. — Fiſcher von Waldheim, Beiträge zur Biologie und Entwickelung der Uſtilagineen, in Pringsheim's Jahrb. f. wiſſ. Botanik VII. — Winter, Einige Notizen über Uſtilagineen, in Flora 1876. Nr. 10—11. — Schröter, Bemerkungen und Beobachtungen über einige Uſtilagineen, in Cohns Beiträgen zur Biologie der Pfl. II. 1877.

3. Ordnung. **Zygomycetes.**[1]

§. 189. Die Zygomyceten ſind ſchimmelähnliche Pilze mit einem deutlich entwickelten Mycelium, welches meiſt einen einzelligen, veräſtelten Schlauch darſtellt, und mit Fruchthyphen, an welchen die Sporen bald durch Abſchnürung nach Art der

1) Zuſammengeſetzt aus ζυγόω zuſammenjochen und μύκης Pilz, wegen der hier vorkommenden Bildung von Zygoſporen.

Conidienbildung bei anderen Pilzen, bald durch freie Zellbildung innerhalb eines blasenförmigen Sporangiums entstehen. Ihr Hauptcharakter liegt in ihrer eigenthümlichen Sexualität, welche in einer Copulation besteht, deren Product die Bildung einer Zygospore ist. §. 189.

Das Mycelium besteht aus ziemlich dicken, oft reichverzweigten Schläuchen, die häufig mit wurzelartigen in feinere Fäden sich theilenden Seitenzweigen versehen sind (Fig. 601.), und ist vor der Fruchtbildung in allen Theilen einzellig. Meist entspringt aus jedem Mycelium, ungefähr aus der Mitte desselben, eine einzige oder mehrere büschelförmig an einem Punkte beisammenstehende Fruchthyphen, indem ein dicker Ast einer Myceliumhyphe senkrecht vom Substrate in die Höhe wächst. Das ganze Protoplasma des Mycels wandert in die junge Fruchthyphe ein und wird zu deren Ausbildung verwendet; in dieser Periode treten dann im Mycelium Querscheidewände auf. Größere Mycelien theilen sich dagegen schon vor der Fruchtbildung durch Querwände in mehrere Abschnitte und dann wird aus jedem derselben eine Fruchthyphe getrieben, für welche das Protoplasma des Theilabschnittes verwendet wird (Fig. 601.). In den Mycelien mancher Zygomyceten zeigt sich, wenn sie bereits alt und im Vergehen begriffen sind, oder wenn die keimende Spore in Flüssigkeiten untergetaucht und die Entstehung der Fruchthyphen verhindert ist, eine Bildung von Brutzellen, Gemmen[1] oder Chlamydosporen[2]. In den Hyphen erscheinen tonnen- oder birnförmig angeschwollene Stellen, welche sich durch Scheidewände abgliedern, dicke Membranen bekommen und ein dichtes, stark lichtbrechendes, ölreiches Protoplasma enthalten (Fig. 601, E). Die Keimschläuche untergetaucht keimender Sporen gliedern sich oft in ihrer ganzen Länge in solche Gemmen, welche leicht von einander sich trennen. Dieselben sind Vermehrungsorgane, und zwar Dauerzellen, denn sie lassen sich, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren, trocken länger als ein halbes Jahr aufbewahren. Beim Keimen entwickeln sie einen Keimschlauch, der in Flüssigkeiten wieder Gemmen bildet, an der Luft dagegen zu einer Fruchthyphe auswächst. — Bei fortgesetzter Kultur in Flüssigkeiten werden die Keimschläuche von *Mucor racemosus* immer kürzer und gehen in hefenartige Sprossung über, deren kugelige Glieder als Kugel-, Glieder- oder *Mucorhefe* bezeichnet und als Beweise für die Abstammung der echten Hefepilze (S. 438) von Mucorineen ausgegeben wurden. Brefeld hat aber nachgewiesen, daß nur eine Ueberfüllung der Flüssigkeit mit Kohlensäure die Ursache der abweichenden Gestaltsbildung dieses *Mucor* ist, während bei der echten Hefe die Gestalt durch keine äußeren Bedingungen gegeben, vielmehr der specifische, unveräußerliche Charakter dieser Organismen ist, daß also die sogen. Kugelhefe nur morphologisch, naturhistorisch aber durchaus nicht mit den echten Hefepilzen übereinstimmt.

Die Fruchthyphen, deren Entstehung oben beschrieben wurde, erzeugen ungeschlechtliche Sporen. Sie bilden bei den meisten Zygomyceten an ihrer Spitze ein Sporangium[3], in welchem durch simultane Zertheilung des Protoplasmas meist zahlreiche bewegungslose Sporen erzeugt werden. Das Sporangium ist eine ungefähr kugelförmige, blasenartige, ziemlich große Zelle, welche durch Erweiterung des Endes der Fruchthyphe entsteht und durch eine Querwand von letzterer abgegrenzt wird; diese Querwand wölbt sich aber meist hoch empor und ragt als eine kugelige Columella[4] von unten scheinbar in das Innere des Sporangiums (Fig. 601.). Das Protoplasma des letzteren zerfällt in eine große Anzahl sich abrundender Portionen, die sich mit einer Zellhaut umgeben und dadurch zu Sporen werden. Die anfangs farblose, später braun oder schwarz gefärbte Membran des Sporangiums zerfließt zuletzt in eine in Wasser sich auflösende Substanz; kommt daher ein reifes Sporangium mit Wasser in Berührung, so werden die Sporen befreit, indem sie außerdem durch das Aufquellen der Zwischensubstanz, welche von dem ursprünglichen Protoplasma übrig bleibt, und in welcher sie im Sporangium eingebettet sind, vertheilt werden. Nach Entleerung der Sporen bleibt die kugelige Columella unverändert stehen, eine ringförmige Linie an ihrem Grunde deutet noch

1) Von gemma Knospe. 2) zusammengesetzt aus χλαμύς Kleid, Hülle und σπορά Spore. 3) ☞ Seite 345, Note 4. 4) Diminutiv von colúmna Säule.

§. 189.

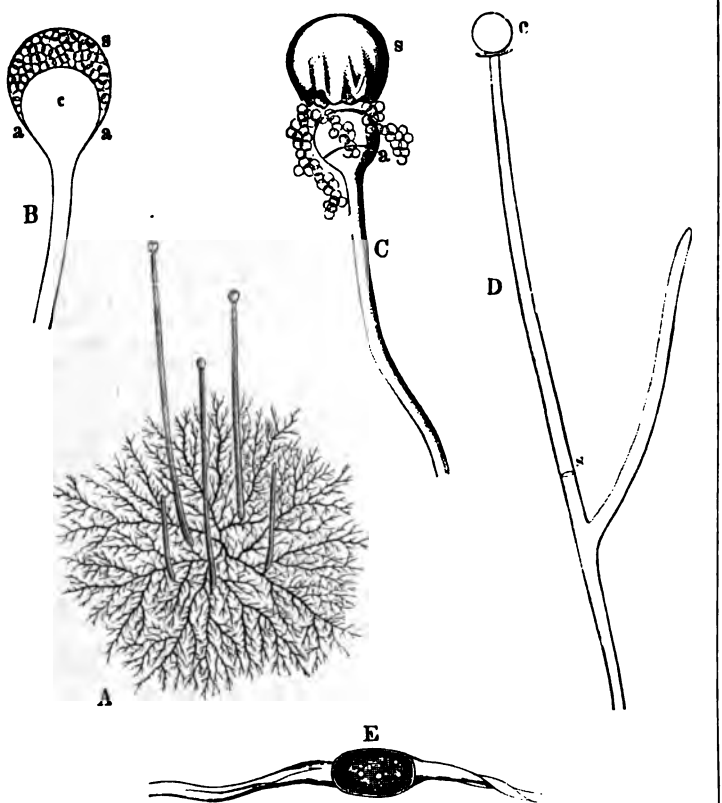


Fig. 601.

A Junges Mycelium von *Phycomyces nitens*, mit mehreren aufrecht gewachsenen Sporangienträgern, schwach vergrößert. Nach Sachs.

B Ein reifes aber noch geschlossenes Sporangium von *Mucor mucedo*, durchsichtig gedacht und im optischen Längsschnitt; c die Columella, gebildet durch eine blasenartig in das Sporangium eingestülpte Scheidewand, welche bei aa an der Grenze zwischen Fruchthyphe und Sporangium sich ansetzt; s der mit den Sporen erfüllte Raum des Sporangiums.

C Ein nahezu reifes Sporangium, dessen Membran s durch künstlichen Druck sich an der Ansatzstelle a der Columella abgelöst und von der stehenden bleibenden Columella abgehoben hat, die Sporen entleerend.

D Eine Fruchthyphe mit der nackten Columella c; unterhalb eine Querwand s, unter welcher die Fruchthyphe zu einem Seitenzweige auswächst, welcher späterhin abermals ein Sporangium auf seinem Ende erzeugt. Etwa 70fach vergrößert.

E Stück eines alten Myceliumfadens, welcher eine Gliederzelle entwickelt hat, die zu einer Gemme geworden ist. 350fach vergrößert.

die Stelle an, wo die Sporangiumhaut sich abgelöst hat (Fig. 601, C, D). Nicht selten treibt die Fruchthyphe nach der ersten Fructification einen oder mehrere zerstreut stehende Aeste, welche ebenfalls mit einem Sporangium abschließen. Unter Umständen, welche der Vegetation ungünstig sind, entwickeln die Fruchthyphen von *Mucor mucedo* viele quirlständige, aber kurz bleibende und wiederholt gabelig ver-

zweigte Aeste, die auf ihrem Ende viel kleinere Sporangien mit wenigen Sporen und meist ohne Columella, sogen. Sporangiolen tragen; man hielt dieselben früher für Repräsentanten einer eigenen Gattung *Ascophöra*. Eigenthümlich verhält sich die Gattung *Pilobölus* insofern, als hier von der nicht sich streckenden, sondern bauchig angeschwollenen, oben verdünnten Fruchthyphe zur Reifezeit das ganze Sporangium als geschlossene Blase plötzlich hoch emporgeschleudert wird; die Fruchthyphe wird nämlich vom Mycelium mit wässeriger Flüssigkeit strotzend erfüllt, ihre Membran geräth in bedeutende Spannung und reißt endlich unterhalb des Sporangiums ringförmig durch, womit zugleich ein Ausspritzen eines Theiles des Saftes verbunden ist, welcher das Sporangium mit fortschleudert; die Sporen werden später durch Auflösung der Sporangiumhaut frei. §. 189.

Bei einigen Zygomyceten entstehen die geschlechtslosen Sporen nicht durch freie Zellbildung in einem Sporangium, sondern durch Abschnürung; es sind Conidien. Hierher gehören *Chaetocladium Jonesii* und *Piptocephälis Freseniäna*, Parasiten auf dem Mycelium größerer Zygomyceten. Ihr feinfädiges Mycelium setzt sich auf den Mycelhyphen von *Mucor* fest, bei *Chaetocladium*, indem die trennende Membran an der Berührungsstelle zwischen dem Parasiten und der *Mucor*hyphe resorbirt und dadurch ein Inhaltsaustausch vermittelt wird, bei *Piptocephälis* indem haarfeine Haustorien[1] in das Innere des *Mucor* eindringen (Fig. 602.). Bei *Chaetocladium* tragen die Fruchthyphen unterhalb ihres borstenartig zugespitzten Endes quirlige Zweige, welche wiederum unter der fein ausgezogenen Spitze quirlständige Aeste zweiten und dritten Grades entwickeln. Die letzteren sind morgensternartig in viele kurze Zweiglein verästelt, die je eine kleine runde Spore abschnüren. Bei *Piptocephälis* sind die Fruchthyphen wiederholt gabelig verzweigt, die Zweigenden kopfartig angeschwollen und mit vielen cylindrischen Fortsätzen besetzt, welche durch Scheidewände in verschieden lange cylindrische Sporen sich zergliedern.

Fig. 602.

Piptocephälis Freseniäna Bref.

Das Mycelium m m m schmarotzt auf einem Myceliumstück von *Mucor mucēdo* M M M, in welches es bei h mit feinen Haustorien eingedrungen ist. Bei s s die beiden copulirenden Myceläste, welche die Zygospore Z bilden. c ein Conidienträger. Nach Brefeld.

Die geschlechtlichen Sporen der Zygomyceten entstehen durch einen Copulationsvorgang (§. 155.) und werden deshalb Zygosporen[1] genannt. Sie erscheinen auf dem Mycelium erst später nachdem die Sporangienträger verschwunden sind, und besonders bei nährstoffreichem Substrate. Der Vorgang besteht z. B. bei *Rhizōpus* (Fig. 603.) darin, daß zwei kurze Aeste des Myceliums gegeneinander wachsen, sich berühren mit ihren keulenförmig anschwellenden Enden und jedes der letzteren sich durch eine Querwand zu einer protoplasmareichen Zelle abgrenzt. Dieses sind die beiden Copulationszellen, aus welchen nun dadurch eine einzige Zelle, eben die Zygospore wird, daß die Wand, welche sie an der Berührungsfläche trennt, resorbirt wird und daß das Protoplasma beider Zellen sich vereinigt (Fig. 603.). Im reifen Zustande ist die Zygospore beträchtlich vergrößert, abgerundet

1) ☞ Seite 443, Note 3. 2) zusammengesetzt aus ζυγόω zusammenjochen und σπορά Spore.

§. 189.

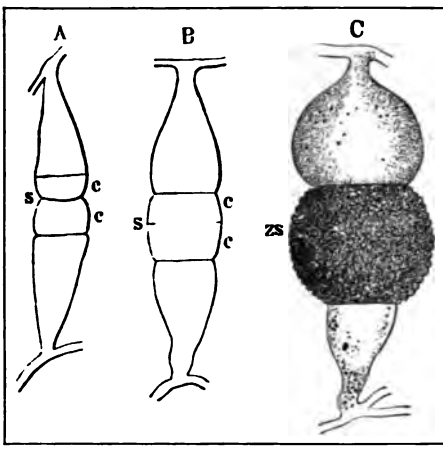


Fig. 603.
Rhizopus nigricans, Bildung der **Zygospore**.
A Von zwei benachbarten Myceliumhyphen sind zwei keulenförmige Copulationsäste bis zur gegenseitigen Berührung gegeneinandergewachsen; hinter ihrer gemeinsamen Scheidewand s bilden sie durch eine neue Scheidewand zwei Copulationszellen c c.
B Späterer Zustand, in welchem die ursprüngliche Scheidewand s aufgelöst ist, wodurch die beiden Copulationszellen c c zu einer einzigen Zelle vereinigt sind; diese ist im reifen Zustande
C zur Zygospore zs geworden. 90fach vergrößert. Nach de Bary.

und besitzt ein dickes, dunkel gefärbtes Episporium, welches nach außen zahlreiche faltige Protuberanzen bildet, und dem sich innen ein dickes Endosporium allenthalben anlegt; das dichte Protoplasma enthält Oeltropfen. Manchmal kommen die beiden Copulationszellen nicht zur Verwachsung, dann wird jede für sich zu einer der Zygospore gleich gebauten Spore; man hat dieselben Azygosporen[1]) genannt. Uebrigens ist der Vorgang der Zygosporenbildung, und insbesondere das Verhalten der copulirenden Zellen nach geschehener Copulation bei den verschiedenen Zygomycetengattungen nicht gleich. Wir unterscheiden darnach folgende, zum Theil auch in der Bildung der geschlechtslosen Sporen differirende Familien:

1) Mucorineen. Die Zygosporenbildung ist die oben beschriebene, indem die copulirten Enden der beiden copulirenden Zellen unmittelbar zu einer Zygospore werden. Der untere Theil der copulirenden Zellen, welcher nicht mit zur Zygosporenbildung verwendet wird, zeigt hier eine gleichförmige, meist ziemlich starke Aufschwellung (Fig 603, C). Die geschlechtslosen Sporen entstehen in Sporangien.

2) Chaetocladiaceen. Die Zygosporen und die copulirenden Aeste zeigen dasselbe Verhalten wie bei der vorigen Familie. Die geschlechtslosen Sporen entstehen aber durch Abschnürung als Conidien.

3) Piptocephalideen. Die Zygosporenbildung weicht von den vorigen Familien nur dadurch ab, daß die Copulationszellen nicht in ihrer Totalität zur Zygospore werden, sondern daß dazu nur eine Ausackung bestimmt ist, welche beide Zellen nach Auflösung ihrer trennenden Membran nach außen treiben, und die rasch an Größe zunehmend und sich abrundend das ganze Protoplasma aus den Copulationszellen an sich zieht und sich dann mit dem stacheligen Episporium bekleidet (Fig. 602.), während die beiden letzteren sich nicht weiter verändern. Die geschlechtslosen Sporen entstehen durch Abschnürung (Fig. 602.).

4) Mortierelleen. Hier zeigen nach der Bildung der Zygospore die Trägerzellen der letzteren ein in einzelnen Punkten localisirtes Wachsthum, d. h. eine Bildung von fadenförmigen Aesten, welche die Spore umwachsen und dadurch mit einem lockeren Filze farbloser Fäden umgeben. Bei *Mortierella* wird der Filz nach innen zu immer dichter und bildet eine dunkelgelbe zellgewebeartige Kapsel um die Spore. Die ganze Frucht sieht daher einem Perithecium eines Ascomyceten ähnlich; darin befindet sich die 1 mm große, im wesentlichen denjenigen der übrigen Zygomyceten gleichende Zygospore. Aehnliche aber schwächere Umwachsungen der Zygospore kommen bei *Absidia* und *Phycomyces* vor.

Die ungeschlechtlichen Sporen der Zygomyceten sind sogleich nach ihrer Reife keimfähig. Die Zygosporen dagegen keimen erst nach einer längeren Ruheperiode.

1) Von ἀ nicht und Zygospore, ☞ Seite 519, Note 2.

Aus beiden Sporenarten geht bei der Keimung wieder derſelbe Pilz hervor. Insbeſondere entwickeln ſich aus den Zygoſporen ſowohl Sporangienträger als auch Mycelien mit Zygoſporen; erſteres vorzüglich in feuchter Luft, letzteres in hinreichenden Nährlöſungen.

Literatur über Zygomyceten. de Bary und Woronin, Beiträge zur Morphologie und Phyſiologie der Pilze I u. II. Frankfurt 1867. — Cohn, Entwickelungsgeſchichte des Pilobolus crystallinus in Nova Act. Acad. Leop Carol. 1851. — Coemans, Monographie du genre Pilobolus. Brüſſel 1862. — de Bary, Morphologie und Phyſiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866. — Van Tieghem, Recherches sur les Mucorinées, in Ann. des sc. nat. 5. sér. T. XVII. — Derſelbe, Nouvelles recherches sur les Mucorinées, in Ann. des sc. nat. 6. sér. T. I. — Derſelbe, Troisième mémoire sur les Mucorinées, in Ann. des sc. nat. 6. sér. T. IV. — Breſeld, Botaniſche Unterſuchungen über Schimmelpilze. 1. Heft. Leipzig 1872. — Derſelbe, in Botaniſche Zeitg. 1875, pag. 834; 1876, pag. 587.

4. Ordnung. **Leucozoosporĕae**[1] oder **Phycomycētes**[1].

§. 190. Die Phycomyceten ſind einzellige Thallophyten, bei denen mit Ausnahme der meiſten Chytridiaceen die Zelle die Form von Schläuchen annimmt, welche an den Enden gewiſſer Zweige die Sporen bilden, oft ſo, daß deutlich zwiſchen einem Mycelium und Fruchthyphen unterſchieden werden kann. Die Bildung der geſchlechtsloſen Sporen erfolgt hier meiſt in der Form von Schwärmſporen oder Zooſporen[2], aber von Conidien, welche aber bei der Keimung häufig Zooſporen bilden. Außerdem beſitzen die meiſten dieſer Pilze deutlich differente Geſchlechtsorgane, Antheridien und Oogonien, von denen Ooſporen[3] gebildet werden. Dieſe Ordnung zerfällt in drei Familien:

Mit Ooſporen. Fortpflanzungszellen und Mycelium meiſt deutlich unterſchieden.	Ungeſchlechtliche Sporen in Form von Zooſporen in Sporangien. Meiſt im Waſſer lebend	**Saprolegniacĕae** (§. 192.).
	Ungeſchlechtliche Sporen in Form von Conidien auf Fruchthyphen. Paraſiten in Pflanzen	**Peronosporĕae** (§. 191.).
Ohne Ooſporen. Thallus ein einziges Zooſporangium bildend, meiſt ohne deutliche Mycelbildung		**Chytridiacĕae** (§. 193.).

1. Familie. Peronosporĕae[4].

§. 191. Die Peronoſporeen ſind endophyte Schmarotzerpilze in Phanerogamen, mit einem fädigen, verzweigten, aber querwandloſen, alſo einzelligen Mycelium, welches nur zwiſchen den Zellen, hauptſächlich in den Intercellulargängen wächſt und die Theile der Nährpflanze, oft auf weite Strecken durchzieht, bei vielen Arten Hauſtorien (S. 443) in die Zellen der Nährpflanzen treibend. Alle beſitzen eine ungeſchlechtliche Fructification, welche in der Bildung von Conidien beſteht. Bei *Cystŏpus* entwickelt das Mycelium kurz keulenförmige Baſidien (S. 495), welche in großer Anzahl unter der Epidermis des Wirthes zuſammenhängende Lager bilden; jede erzeugt an ihrer Spitze durch wiederholte Abſchnürung eine Reihe von Conidien. Ueber denſelben zerreißt zuletzt die abgeſtorbene Epidermis, ſo daß jene in die Luft verſtäuben. *Peronospŏra* und *Phytophthŏra* haben dagegen einzeln oder in kleinen Büſcheln vom Mycelium aus durch die Spaltöffnungen oder durch die Epidermiszellen oder aus Wundſtellen ſich erhebende, oben baumförmig verzweigte Fruchthyphen, welche auf ihren Aeſten einzelne Conidien abſchnüren. Bei *Peronospŏra* ſchnürt jeder Aſt nur ein einziges Mal je eine Spore ab; bei *Phytophthŏra* wächſt nach der Sporenabſchnürung die Spitze des Aſtes, nachdem ſie eine kleine Anſchwellung bekommen hat, ein Stück weiter in die Länge, um dann abermals eine

1) Zuſammengeſetzt aus λευκός hell, licht und Zooſpore, weil dieſe Pilze Zooſporen beſitzen, die aber farblos, nicht grün ſind, wie bei den zooſporenbildenden Algen, mit denen zuſammen dieſe Pilze die Abtheilung der Zoosporĕae d. i. der mit Zooſporen verſehenen Thallophyten (S. 398) ausmachen. 2) zuſammengeſetzt aus φῦκος Tang, Alge und μύκης Pilz, alſo Algenpilze, weil ſie mit vielen zooſporenbildenden Algen, beſonders Siphoneen (§. 163.) und Palmellaceen (§. 166.) große Aehnlichkeit haben. 3) ☞ Seite 395, Note 5. 4) ☞ Seite 395, Note 1. 5) zuſammengeſetzt aus περόνη Spitze und σπορά Spore, weil viele Arten an der Spitze der Spore eine Papille haben.

§. 191.

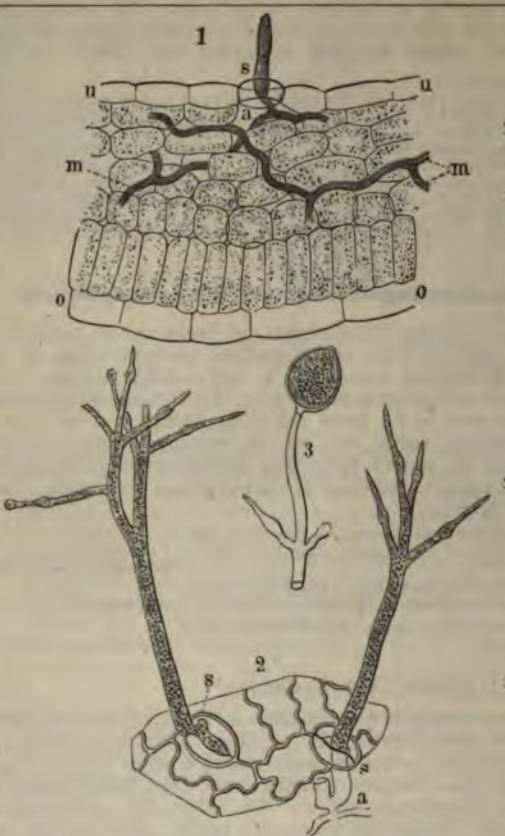


Fig. 604.
Der Pilz der Kartoffelkrankheit (*Phytophthora infestans*).
1 Durchſchnitt durch ein Kartoffelblatt. m das Mycelium des Pilzes; s ein Aſt deſſelben, welcher durch eine Spaltöffnung hinauswächſt, um zu einem Fruchtfaden zu werden. a die Athemhöhle der Spaltöffnung; u Epidermis der unteren, o der oberen Blattſeite. 170fach vergrößert.
2 Ein Stückchen Epidermis mit zwei Spaltöffnungen ss, durch welche Fruchtfäden gewachſen ſind; a Myceliumfaden, aus welchem der eine Fruchtträger entſpringt. 200fach vergrößert.
3 Ein Zweig eines Fruchtfadens mit einer Spore. 300fach vergrößert. Nach de Bary.

Spore abzuſchnüren, was ſich mehrere Male wiederholen kann (Fig. 604, 2 u. 3). Die reifen Conidien ſind ſogleich fähig zu keimen. Letzteres kann auf zweierlei Weiſe geſchehen. Entweder wachſen ſie direct in einen gewöhnlichen Keimſchlauch aus, oder es erfolgt Bildung von Schwärmſporen. In dieſem Falle ſondert ſich der Inhalt der Spore in eine Anzahl Portionen, die ſich zu ebenſoviel mit je zwei Wimpern verſehenen Schwärmſporen ausbilden (Fig. 605, C, D, E), welche nach ihrem Austritte aus der Mutterzelle im Waſſer (Thau- und Regentropfen) umherſchwärmen, nach einiger Zeit zur Ruhe kommen, ſich abrunden und mit einer Zellhaut umhüllen. Dann keimen ſie wie die anderen Sporen mit Keimſchläuchen (Fig. 605, F), die ebenfalls in eine Nährpflanze einzudringen vermögen. Dies geſchieht, indem ſie ſich mit ihrer Spitze durch die äußere Epidermiszellwand des Wirthes einbohren oder auch durch die Spaltöffnungen deſſelben hineinwachſen, wo ſie ſich zu einem neuen Mycelium entwickeln.

Von den meiſten Peronoſporeen kennt man noch eine zweite Fructification, welche durch Geſchlechtsorgane vermittelt wird. Dieſelben bilden ſich am Mycelium im Inneren der befallenen Pflanzentheile (Fig. 605, G). Die weiblichen Organe, Oogonien[1], ſind kugelig angeſchwollene, protoplasmareiche und durch eine Querwand abgegrenzte Zweige des Myceliums; von einem andern Myceliumfaden wäch-

1) ☞ Seite 394, Note 2.

§. 191.

Fig. 605.

Cystopus candidus Lév.

A Befallener Blütenstand des Leindotters; der Pilz hat den Stiel, einige Blütenstielchen und eine Blüte (a) ergriffen, welche infolge dessen sich stark vergrößert und verunstaltet hat; die übrigen Blüten sind pilzfrei und von normaler Beschaffenheit. Die befallenen Theile sind durch Anschwellungen, in deren Innerem Oogonien sich befinden, und durch die weißen Conidienlager an der Oberfläche ausgezeichnet.
B Ein Zweig des Myceliums mit mehreren Basidien, die an ihrer Spitze Reihen von Conidien abschnüren.
C Conidie, deren Inhalt zu Schwärmsporen wird.
D Ausschlüpfende,
E mit Wimpern ausgestattete Schwärmsporen im frei beweglichen Zustande.
F Zur Ruhe gekommene, mit einer Zellhaut umhüllte, zum Theil in einen Keimschlauch auswachsende Sporen.
G Ein Myceliumzweig, dessen Ende zu einem Oogonium (og) angeschwollen ist, an welches sich von einem anderen Myceliumzweige aus ein Antheridium (an) angelegt hat, welches einen dünnen Befruchtungsschlauch durch die Oogoniumwand nach der Befruchtungskugel (os) treibt.
H Reifes Oogonium (og) mit der reifen an der Oberfläche buckelig verdickten Oospore os.
J Keimende Oospore: die innere Sporenhaut (i) ist aus dem Episporium herausgetreten und hat aus ihrem Protoplasma zahlreiche Schwärmsporen gebildet, welche später austreten.

Fig. B—J nach de Bary. Vergrößerung ca 400 mal.

ein Zweig gegen das Oogonium, legt sich diesem dicht an, schwillt ebenfalls an und grenzt sich durch eine Querwand ab; er ist das männliche Organ, Antheridium.[1] Ein Theil des Protoplasmas des Oogonium formt sich zu einer die Mitte einnehmenden großen Befruchtungskugel; zu dieser hin wächst unter Durchbrechung der Oogonienwand ein schnabelartiger Fortsatz des Antheridiums, welcher jene befruchtet. Dieselbe wird infolge dessen, indem sie sich mit einer zunächst zarten Zellhaut umgiebt, zu einer Spore, Oospore.[2] Im reifen Zustande bekommt diese ein dickes, braungefärbtes, an der Oberfläche meist buckeliges Episporium. Die Keimung erfolgt im nächsten Frühjahre, wenn die Oosporen durch Verwesung der

1) ☞ Seite 346, Note 1. 2) ☞ Seite 395, Note 1.

Nährpflanze frei geworden sind. Soweit dies beobachtet worden ist, treibt die Oospore direct einen Keimschlauch, während bei *Cystopus candidus* die Innenhaut der Spore als eine Ausstülpung aus dem Episporium hervortritt, in welcher aus dem Protoplasmainhalte zahlreiche Schwärmsporen gebildet werden (Fig. 605, J). Diese treten aus und verhalten sich wie die aus den Conidien erzeugten. Manche Arten erzeugen, während Conidien in allen oberirdischen Theilen der Nährpflanzen gebildet werden, Oosporen nur in bestimmten Organen, so z. B. *Cystopus candidus* nur im Blütenstande und in allen Blütentheilen. Von einigen Peronosporeen sind überhaupt keine Geschlechtsorgane und somit auch keine Oosporen bekannt, wie z. B. von *Phytophthora infestans;* diese überwintert im Zustande des Myceliums, welches in den perennirenden Theilen der Nährpflanze, den Kartoffelknollen, sich erhält, um im folgenden Frühlinge in die neuen Triebe hineinzuwachsen oder auch schon hier zu fructificiren.

Literatur über Peronosporeen. de Bary, Recherches sur le développement de quelques Champignons parasites, in Ann. des sc. nat. 4. sér. T. XX. — Derselbe, Beiträge zur Morphologie und Physiologie d. Pilze. II. Frankfurt 1867. — Derselbe, die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. Leipzig 1861. — Derselbe, in Journal of Botany 1876, pag. 105.

2. Familie. Saprolegniaceae[1].

§. 192. Die Pilze dieser Familien leben meist im Wasser auf faulenden Thierleichen und Pflanzentheilen oder parasitisch in Algenzellen, einige auch in höheren Pflanzen. Sie bestehen aus einzelligen, protoplasmareichen, meist cylindrischen Schläuchen, welche wohl auch Zweige treiben, die sich wie der Stamm durch Spitzenwachsthum verlängern. Die Fortpflanzung geschieht bei allen Saprolegniaceen durch Schwärmsporen. Diese entstehen in Zoosporangien (Fig. 606.), d. s. durch eine Querwand abgegrenzte Zellen auf den Enden der Schläuche, von cylindrischer, keulenförmiger oder kugeliger Gestalt; ihr reichliches Protoplasma sondert sich simultan in eine meist sehr große Anzahl rundlicher Portionen, deren jede zu einer Schwärmspore sich ausbildet. Bei den in Algenzellen schmarotzenden Saprolegniaceen wird der ganze, hier meist kurze Schlauch zum Sporangium oder er theilt sich durch Querwände in einige Zellen, deren jede ein Sporangium darstellt; diese treiben einen halsförmigen Fortsatz durch die Membran der Algenzelle, welcher am Ende sich öffnet, um die Zoosporen nach außen zu entlassen. Bei den übrigen erfolgt die Geburt der Schwärmsporen durch einfaches Aufreißen des Endes des Sporangiums, aus welchem jene dann hervortreten, in der Regel schon als fertige schwärmende Zoosporen, d. h. als rundliche oder ovale nackte Körperchen meist mit einer Vacuole im Innern und zwei nach vorn und hinten gerichteten schwingenden Cilien an der Seite. Bei *Achlya*, *Aphanomyces* und *Achlyogeton* häuten sich jedoch die Schwärmsporen vor dem Sporangium; sie treten nämlich hier als runde Zellen aus, die sich vor der Oeffnung ansammeln und mit einer dünnen Zellhaut umgeben; darauf streifen sie diese Haut wieder ab, um unter Zurücklassung derselben als fertige Zoosporen davon zu schwärmen. Bisweilen erfolgt die Häutung schon innerhalb des Sporangiums; die Zellhäute, mit welchen sich die jungen Schwärmsporen umgeben, verbinden sich hier zu einem Zellennetz; jedes dieser Zellchen treibt quer durch die Sporangienhaut einen kurzen Schlauch, durch welchen die nackte Zoospore ausschlüpft; dies sind die sogenannten Zellnetzsporangien. Bei manchen Saprolegniaceen, z. B. *Pythium*, werden die Schwärmsporen außerhalb des Sporangiums erzeugt, indem der Inhalt des letzteren als eine Blase aus demselben hervortritt und das Protoplasma in die letztere nachströmt, um sich erst in dieser in Zoosporen zu differenziren. — Wenn ein Zoosporangium entleert ist, so wächst der Schlauch entweder durch das leere Sporangium hindurch oder er treibt unter- und außerhalb desselben einen Zweig zur Seite; diese neugebildeten Stücke werden dann früher oder später an ihren Enden wieder zu Sporangien. Nach kurzer Schwärmzeit setzen sich die Zoosporen fest, umgeben sich mit einer Zellhaut und keimen dann unmittelbar mit einem Keimschlauche, der zu einer neuen Pflanze heranwächst.

1) Zusammengesetzt aus σαπρός faul und λέγνον Rand, Saum, weil sie einen Saum um die faulenden Thierleiber bilden.

Häufig bilden die Saprolegniaceen, und zwar oft auf demselben Mycelium, welches vorher die Zoosporangien trug, eine zweite Art von Sporen, welche von Geschlechtsorganen erzeugt werden. Das weibliche Organ, Oogonium[1], ist eine kuglig angeschwollene, protoplasmareiche, durch eine Querwand abgegrenzte Zelle auf einem kurzen Seitenzweige des Schlauches (Fig. 607.). Ihr Protoplasma

§. 192.

Fig. 606.

Schlauchenden einer **Achlya** welche **Zoosporangien** bilden.

A Ein noch geschlossenes Sporangium, dessen Protoplasma in zahlreiche Portionen, die zukünftigen Zoosporen, sich differenzirt hat.

B Ein solches, welches die Schwärmsporen entläßt, die sich vor der Mündung bei a anhäufen, sich häuten und die leeren Häute (b) zurücklassend als eigentliche, mit Cilien versehene Schwärmsporen c sich fortbewegen. Unterhalb des entleerten Sporangiums treibt der Schlauch einen Seitenzweig e, welcher seine weitere Verlängerung vermittelt. 550mal vergrößert. Nach Sachs.

Fig. 607.

Schläuche einer **Achlya** mit Geschlechtsorganen in verschiedenen Entwickelungszuständen.

A und B junge Oogonien mit entstehenden Nebenästen a a a.

C Durch eine Querwand abgegrenztes, reifes Oogonium, auf welchem die Copulationswarzen sichtbar sind, mit zwei Nebenfäden, welche reife, dem Oogonium anliegende Antheridien tragen.

D Oogonium mit zwei Befruchtungskugeln e e. Die Antheridien a a haben Befruchtungsschläuche b b in das Innere getrieben.

E Oogonium mit reifen Oosporen. 550mal vergrößert. Nach Sachs.

1) ☞ Seite 394, Note 2.

zieht sich noch vor der Befruchtung in zwei, drei bis viele, seltener in eine einzige kuglige dichte Masse, die Befruchtungskugeln oder Eizellen zusammen. Die männlichen Organe sind dünne Zweiglein, welche aus dem das Oogonium tragenden Zweige entspringen; ihr Ende grenzt sich durch eine Querscheidewand als eine dickere, gekrümmte längliche Zelle, das Antheridium[1], ab, welche sich dem Oogonium anlegt und dann durch die Membran desselben einen Befruchtungsschlauch in das Innere des Oogoniums treibt, wo derselbe oft sich verzweigend mit seinen Zweigen bis zwischen die Befruchtungskugeln reicht; hier öffnen sich seine Enden und entleeren etwas von dem körnigen Protoplasma, welches sie enthalten, zwischen den Befruchtungskugeln, welche dadurch befruchtet werden. Die Folge davon ist, daß die letzteren sich mit einer Zellhaut umgeben und dadurch zu den sogenannten Oosporen[2] werden. Diese haben im reifen Zustande eine mäßig dicke aus Endosporium und Episporium bestehende Membran; sie keimen nach längerer Ruhe mit einem Keimschlauche, der wieder zu einem neuen Mycelium wird, an welchem Zoosporenbildung und Geschlechtsorgane wiederum einander folgen. Nach Pringsheim's Beobachtungen werden an manchen Oogonien keine Antheridien gebildet, auch von benachbarten Schläuchen legen sich keine an dieselben an; gleichwohl bilden sich aber die Oosporen normal aus und erlangen Keimfähigkeit, so daß mithin bei den Saprolegniaceen auch eine parthenogenetische[3] Zeugung besteht. Die Befruchtungsschläuche der Antheridien dringen nur an hierzu bestimmten Stellen in die Oogonien ein. An letzteren bemerkt man nämlich vor der Befruchtung helle Stellen, welche daher rühren, daß die innere Zellhautschicht durch die äußere in Form einer niedrigen Warze auszuwachsen beginnt und daß an dieser Stelle das Protoplasma einen leeren Raum läßt. Mit diesen Stellen copuliren sich die Antheridien; jene werden deßhalb Copulationswarzen genannt. Die Membran der letzteren löst sich daselbst auf und das Antheridium treibt seinen Befruchtungsschlauch durch die Oeffnung. Nicht mit allen Copulationswarzen kommen Antheridien in Berührung; die steril bleibenden zeigen bei manchen Saprolegniaceen keine Veränderung; bei anderen wachsen sie zu kurzen Papillen oder auch zu längeren Aestchen aus, und dann erscheinen die Oogonien durch Auswüchse morgensternförmig, wie bei *Saprolegnia asterophora* und *Aphanomyces stellatus;* bei noch anderen öffnen sie sich gleich den copulirenden und dann besitzt das Oogonium regelmäßig Löcher in seiner Membran. Da Saprolegniaceen mit solchen Oogonien häufig ohne Antheridien vorkommen, so glaubte man, ehe die parthenogenetische Zeugung hier bekannt war, daß die Löcher in der Membran die Eintrittsstellen für Spermatozoiden seien, und die letzteren glaubte man innerhalb angeschwollener Aeste gefunden zu haben. Diese vermeintlichen Antheridien sind aber in den Saprolegnienschläuchen schmarotzende Chytridiaceen (§. 193.) und die Spermatozoiden deren Zoosporen.

Literatur über Saprolegniaceen. Pringsheim, Entwickelungsgeschichte der Achlya prolifera, in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. 1851. — Derselbe, in Jahrb. f. wissensch. Botanik I. pag. 284, und II. pag. 205. — Schenk, in Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. 1857. pag. 12. — de Bary, in Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Botanik. II. — Hildebrand, ebenda, VI. — Leitgeb, ebenda, VII. — Lindstedt, Synopsis der Saprolegniaceen. Berlin 1872. — Cornu, Monographie des Saprolegniées, in Ann. des sc. nat. 5. sér. T. XV. — Pringsheim, in Jahrb. f. wissensch. Botanik. IX. — Walz, in Botanische Zeitg. 1870. — Lohde, in Botanische Zeitg. 1875. — Sadebeck, in Cohns Beitr. z. Biologie d. Pfl. I. 3.

3. Familie. Chytridiaceae[4].

§. 193. Unter den Phycomyceten nehmen die Chytridiaceen die niedrigste Stufe ein, weil sie meist einzellige Organismen sind, an denen der Unterschied eines vegetativen und reproductiven Organes meist nicht oder nur schwach ausgeprägt ist; an der nämlichen Zelle erfolgt auch die Fructification. Letztere besteht in der Bildung zahlreicher Schwärmsporen. Diese setzen sich auf oder in einer geeigneten Nährzelle fest, um dort sogleich wieder zu der einzelligen Chytridie sich auszubilden.

1) ☞ Seite 346, Note 1. 2) ☞ Seite 395, Note 1. 3) παρθένος Jungfrau und γένεσις Erzeugung, daher jungfräuliche Zeugung. Vgl. §. 158. 4) Diminutiv von χύτρα Topf.

Die Gattung *Chytridium* stellt im fertigen Zustande eine einfache, bauchige, von §. 193.
einer echten Zellmembran umgebene Zelle dar, welche auf Algenzellen (z. B. Oedogonien, Closterien ꝛc.) oder innerhalb solcher (z. B. in Wurzelhaaren, Glieder-, Rinde- und Scheitelzellen verschiedener Florideen) lebt; ihr unteres Ende ist oft mehr oder weniger deutlich wurzelartig ausgesackt, und bei der zur Gattung *Rhizidium* erhobenen Form ist dieser Theil durch eine Scheidewand von der Hauptzelle getrennt und hat verlängerte, fein verzweigte Gestalt, so daß hier schon eine wirkliche Trennung einer ernährenden Wurzelzelle von der Fruchtzelle auftritt. Bei den auf Algenzellen lebenden Arten ragt das wurzelartige Haustorium durch die Membran in das Innere der Nährzelle. Die bauchige Zelle wird immer zum Zoosporangium. Bei *Cladochytrium* entwickeln sich zarte verästelte Fäden, die als Mycelium gelten können, und an denen auf den Enden der Aeste oder im Verlaufe der Fäden als angeschwollene Stellen, die sich durch Querwände abgrenzen, die Sporangien entstehen. In den Sporangien aller Chytridien sondert sich das Protoplasma simultan in eine große Anzahl kleiner runder Schwärmsporen mit einem deutlichen Kerne und einer einzigen langen schwingenden Wimper; die Bewegung derselben ist ein blitzschnelles Schwärmen, bisweilen kommen auch amöbenartige Gestaltveränderungen vor. Die Schwärmsporen werden entleert, indem die Haut des Sporangiums an der Spitze aufreißt oder sich daselbst durch einen Querriß als Deckel abhebt; bei den innerhalb von Zellen schmarotzenden treibt das Sporangium einen röhrenförmigen Fortsatz, welcher die Membran der Wirthszelle durchbohrt und dann nach außen sich öffnet. Nach einiger Zeit kommen die Schwärmsporen zur Ruhe, indem sie sich auf einer für sie passenden Algenzelle festsetzen; bei den im Innern von Algen schmarotzenden Arten durchbohrt die Wimper die Membran der Algenzelle und der ganze Schwärmsporenkörper gleitet in das Innere derselben. In jedem Falle umgiebt sich nun die Schwärmspore mit einer Membran und wächst zur Chytridie heran.

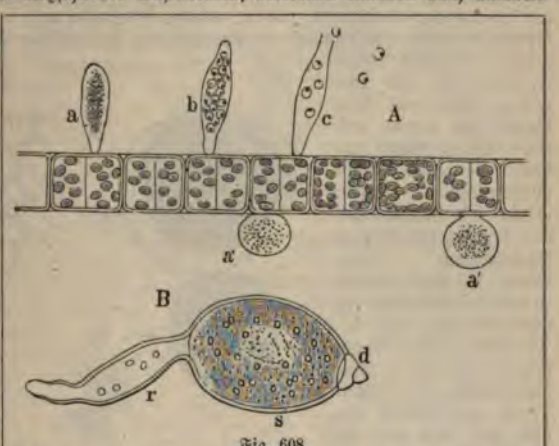


Fig. 608.

A **Chytridium lagenula,** schmarotzend auf den Zellen einer Fadenalge *Mougeotia varians*. Die einfache Zelle a wird später zum Sporangium, indem ihr Inhalt in eine große Anzahl von Schwärmsporen zerfällt (b), welche zuletzt aus der an der Spitze sich öffnenden Zelle ausschwärmen (c), um sich wieder an einer Algenzelle festzusetzen und daselbst zu einer neuen Chytridie heranzuwachsen. a' a' zwei Individuen von *Chytridium globosum* auf derselben Alge sitzend. 400fach vergrößert. Nach A. Braun.

B Ein aus einem *Oedogonium* herausgezogenes Individuum von **Chytridium olla.** s das Sporangium, in welchem die Schwärmsporen noch nicht gebildet sind; d der Deckel, den die Membran des Sporangiums an der Spitze bildet, und welchen dasselbe zur Reifezeit abwirft um die Zoosporen zu entlassen. r die wurzelartige Zelle, mit welcher das Chytridium in der Algenzelle sitzt. 400 mal vergrößert. Nach A. Braun.

Von einigen, besonders in Saprolegniaceen schmarotzenden Chytridiaceen, wie *Olpidiopsis*, *Rozella* und *Woronina*, kennt man außer den Sporangien auch Dauersporen. In Anschwellungen der Spitzen oder Seitenzweige der Saprolegniaceenschläuche entstehen sie im Innern des Zelleninhaltes als eine kugelige Protoplasmamasse, welche sich mit einer dicken, gefärbten, außen warzigen oder kleinstacheligen Haut umgiebt. Ihr weiteres Schicksal ist unbekannt. Ob sie durch

§. 193. einen Sexualact entstehen, ist ungewiß. Wohl aber ist von einer entschiedenen Chytridiacee eine Bildung von Zygosporen bekannt, nämlich von dem auf Euglenen schmarotzenden *Polyphăgus euglēnae*. Größere, kugelige Individuen sind Weibchen, kleinere, keulenförmige sind Männchen. Erstere lassen ihren Inhalt bruchsackartig aus der Zelle heraustreten als eine ovale Masse. Diese kommt mit dem stielartigen Haustorium des Männchens in Berührung. Nach Auflösung der Membran des Haustoriums entleert sich der Inhalt der Männchenzelle und fließt mit dem der weiblichen zusammen; das vereinigte Protoplasma umgiebt sich mit einer zweischichtigen, gelblichen Membran und wird so zur Zygospore. Nach einer Ruheperiode keimt letztere indem der Inhalt als eine Blase hervortritt, in welcher sich Schwärmsporen bilden.

Die Arten der Gattung *Synchytrĭum* leben im Inneren abnorm vergrößerter Epidermiszellen grüner Theile der verschiedenartigsten Phanerogamen, zumal Dikotyledonen, welche dadurch kleine gelb- oder rothgefärbte buckelförmige Flecken bekommen. Diese haben überwinternde Dauersporen, mit derbem, dunkelgefärbtem, oft höckerigem Episporium, zartem, farblosem Endosporium und ölhaltigem Protoplasma. Im Frühjahre, nach Verwesung der sie enthaltenden Pflanzentheile frei geworden, keimen sie, wobei wieder Schwärmsporen gebildet werden. Entweder sondert sich nämlich ihr Protoplasma unmittelbar in zahlreiche Schwärmsporen, oder das Endosporium tritt als eine runde Blase aus dem Episporium hervor und theilt seinen Inhalt zunächst in eine Anzahl polyedrischer Zellen, welche sich isoliren und von denen jede erst zum Sporangium wird, indem sie ihren Inhalt zu vielen Schwärmsporen umbildet (Fig. 609, A). In beiden Fällen bohren sich die letzteren in Epidermiszellen der jungen Theile des Wirthes ein, und jede wird hier zu einer runden, von einer Membran umgebenen, an Größe beträchtlich zunehmenden Zelle. Diese bildet sich entweder (z. B. *Synchytrĭum mercuriālis* und *S. anemōnes*) sogleich wieder zu einer überwinternden Dauerspore aus, oder (z. B. *Synchytrĭum taraxăci* und *S. succīsae*) sie theilt sich in eine Anzahl durch gegenseitigen Druck polyedrischer Zellen (Fig. 609, B); jede Zelle dieses Sorus wird zu einem Sporangium, sie entleert ihren Inhalt in Gestalt zahlreicher Zoosporen, welche wieder in Epidermiszellen eindringen und hier sogleich dieselben Bildungen wiederholen. Dieses kann mehrere Generationen hindurch geschehen, bis zuletzt kein Sorus, sondern eine überwinternde

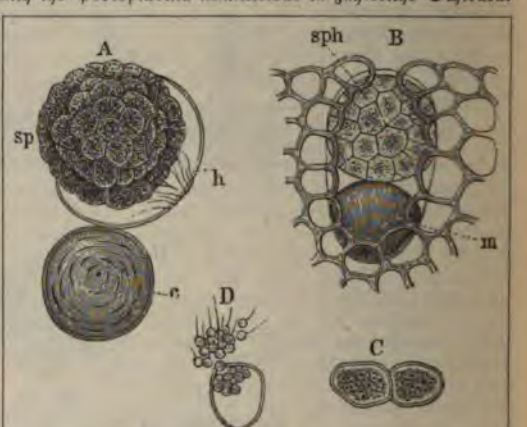


Fig. 609.

A **Synchytrĭum mercuriālis**, eine Dauerspore, im Frühlinge keimend, indem das Endosporium mit dem Inhalte als eine blasenförmige Zelle aus dem Episporium (c) herausgetreten ist und seinen Inhalt in zahlreiche Zellchen getheilt hat; der ganze Sorus (sp) wird soeben durch Aufreißen der Mutterzellhaut (h) frei. Jede Zelle wird dann ein Sporangium, welches eine Anzahl Schwärmsporen entleert.

B—D **Synchytrĭum succīsae.** B Eine von anderen Zellen der Nährpflanze umgebene vergrößerte Epidermiszelle, in welcher sich der Parasit angesiedelt hat. Aus der ursprünglichen Membran m desselben ist der Inhalt als eine runde Masse ausgetreten (sph), und in einen Sorus umgewandelt, indem er in zahlreiche polygonale Zellen getheilt ist. C Einige dieser Zellen in vorgerückterem Zustande, durch Druck aus der Epidermiszelle entfernt. D Ein abermals späterer Zustand einer solchen Zelle, die jetzt zum Sporangium geworden ist und ihren Inhalt als zahlreiche Schwärmsporen entleert. ca. 50 mal vergrößert. Nach de Bary und Woronin.

einfache Dauerspore gebildet wird. Manche *Synchytrium*-Arten haben farbloses, andere orangegelb gefärbtes Protoplasma. Die Zoosporen verhalten sich im wesentlichen auch hier wie oben beschrieben.

Literatur über Chytridiaceen. A. Braun, Ueber Chytridium, in Abhandlungen der Berliner Akad. 1855. — Schenk, in Verhandl. d. phys.-medic. Gesellsch. Würzburg 1857. — Derselbe, Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreiche. Würzburg 1858. — Cornu, in Ann. des sc. nat. 5. sér. T. XV. — Woronin, in Botanische Zeitg. 1868. Nr. 6—7. — Nowakowski, Beiträge zur Kenntniß der Chytridiaceen, in Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl. II. pag. 73 u. 201.

5. Ordnung. Sproßpilze. Blastomycetes[1] (§. 156.).

§. 194.

Die Sproßpilze, zu denen hauptsächlich die Hefepilze gehören, sind einzellige, vorzugsweise in Zuckerlösungen lebende Pilze, deren Zellen von runder oder ovaler Gestalt sind und durch hefeartige Sprossung (§. 170.) sich vermehren. Die Sproßzellchen hängen daher durch eine meist starke Einschnürung zusammen, und letztere schreitet oft zu wirklicher Abschnürung fort. Daher trennen sich oft die Zellen von einander, oder bleiben auch in Verbänden zusammenhängend (Fig. 610.). Die echten Hefepilze (*Saccharomyces*) leben einzeln oder in kleinen Verbänden im Inneren gährungsfähiger Flüssigkeiten, andere Arten wachsen in kleinen schleimigen Häufchen auf der Oberfläche organischer Substanzen (*Cryptococcus glutinis*), und wieder andere bilden, indem die Zellen in Verbänden beisammen bleiben, auf der Oberfläche von Flüssigkeiten eine Haut (Mycoderma). An einigen wenigen Sproßpilzen hat man bei Kultur auf festem, wenig Nahrung lieferndem Substrate eine endogene Sporenbildung beobachtet: es entstehen im Innern der Zellen durch freie Zellbildung zwei oder mehrere runde, etwas dickwandige Zellen, welche nach einiger Zeit, indem die Mutterzellhaut sich auflöst, frei werden. Wenn sie wieder in Zuckerlösung gebracht werden, so keimen diese Sporen zu gewöhnlicher Hefe auf.

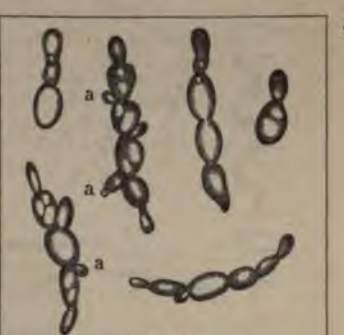


Fig. 610.
Hefepilz der Bierhefe.
Die Zellen sprossen an ihren Enden, wodurch die Sproßzellen kettenförmig an einander hängen, und außerdem auch stellenweise neben dem Ende (bei a a a), wodurch ästige Verbände entstehen. 400fach vergrößert. Nach Reeß.

Literatur über Sproßpilze. Reeß, Botanische Untersuchungen über Alkoholgährungspilze. Leipzig 1870. — Cienkowsky, Die Pilze der Kahmhaut, in Mélanges biol. St. Petersbourg 1871.

6. Ordnung. Spaltpilze. Schizomycetes[1] (§. 156.).

§. 195.

Die Spaltpilze, auch im allgemeinen Bakterien genannt, sind einzellige Thallophyten, welche als regelmäßige Begleiter erscheinen bei bestimmten chemischen Zersetzungen, die an leblosen Stoffen, meistens in Flüssigkeiten, auftreten, oder bei pathologischen Zuständen in den Säften und Geweben des thierischen Körpers. Von allen übrigen Pilzen unterscheiden sich die Schizomyceten durch die Vermehrung durch Theilung oder Spaltung der Zellen: letztere bekommen in der Mitte eine Einschnürung, welche bis zur Zergliederung der beiden Hälften oder Tochterzellen fortschreitet. Die beiden Tochterzellen beginnen dann die Spaltung von neuem, oft nachdem sie vorher wieder bis zur Größe der Mutterzelle herangewachsen sind. Die Spaltpilze stimmen nach diesen Merkmalen mit den Phykochromaceen (§. 169.) überein und unterscheiden sich von denselben nur durch den Mangel des Chlorophylls.

1) ☞ Seite 398, Note 3. 2) zusammengesetzt aus σχίζειν spalten und μύκης Pilz, wegen der Vermehrung durch Theilung.

§. 195. Man könnte sie daher mit diesen Algen vereinigen zu einer einzigen Ordnung, die man mit Cohn als Schizosporeen[1] oder Schizophyten[2] bezeichnen kann.

Die Spaltpilze erfüllen die Flüssigkeiten, in denen sie leben, häufig gleichmäßig, bisweilen in solcher Menge, daß sie eine Trübung derselben hervorbringen. Oder sie finden sich nur auf der Oberfläche von Flüssigkeiten und bilden dann in ihrer Gesammtheit ein dünnes Häutchen auf denselben. Die festes Substrat bewohnenden erscheinen meist in Form schleimiger oder gallertartiger Tröpfchen auf der Oberfläche desselben. Die Zellen der Spaltpilze sind die kleinsten Pflanzenzellen; diese Organismen sind daher die kleinsten lebenden Wesen. Die kugeligen Formen

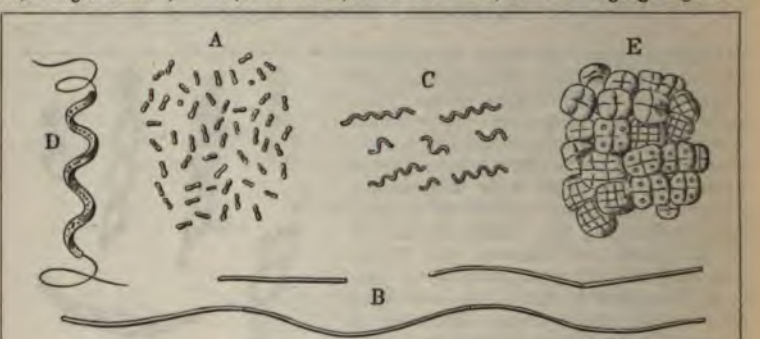


Fig. 611.

Die wichtigsten Formen der Spaltpilze.

A **Bakterien** (*Bacterium termo*). Zellen meist in der Mitte eingeschnürt, d. h. in der Vermehrung durch Zweitheilung begriffen, 650 mal vergrößert, nach Cohn.
B **Bacillen** (*Bacillus subtilis*). Einzelne und zu mehreren reihenweis verbundene stäbchenförmige Zellen, 650 mal vergrößert, nach Cohn.
C u. D **Spirillen** (*Spirillum tenue*). Spiralig gewundene Zellen, 650 mal vergrößert. D *S. volutans*, ein Individuum, an beiden Enden mit schwingenden Wimperfäden, 650 mal vergrößert, nach Cohn.
E **Sarcina ventriculi.** Zellen durch kreuzweise Theilung sich vermehrend und in verschiedener Anzahl mit einander verbunden, nach Hallier.

haben oft nur 0,0003 bis 0,0004 mm im Durchmesser; die meisten derselben sind nicht über 0,002 mm lang. Auch die zu langen Stäbchen auswachsenden haben meist ebenso geringe Breite, während ihre Längendimension oft ziemlich ansehnlich wird. Trotz ihrer Kleinheit lassen diese Organismen gleich anderen Pflanzenzellen eine Membran und einen Inhalt unterscheiden; letzterer besteht aus Protoplasma, in welchem bisweilen kleine, ölartige Körnchen erkannt werden können. Manche Spaltpilze erzeugen eigenthümliche Pigmente von rother, blauer, grüner, gelber Farbe, welche entweder an die Zellen gebunden sind, oder in der ganzen Flüssigkeit, in welcher die Organismen leben, sich aufgelöst finden. Nach der Gestalt der Zellen und der Form der Theilung unterscheiden wir folgende Formen von Spaltpilzen: 1) Mikrokokken (*Micrococcus*). Die Zellen sind von kugelrunder oder ovaler Gestalt und theilen sich stets in einer und derselben Richtung, wobei die Tochterzellen sich isoliren oder kettenförmig verbunden bleiben. 2) Bakterien (*Bacterium*). Die Zellen sind elliptisch oder kurz cylindrisch, und theilen sich wie im vorigen Falle (Fig. 611, A). 3) Die Zoogloeaform. Dies sind Mikrokokken oder Bakterien, welche nicht frei leben, sondern Gallert- oder Schleimmassen darstellen, indem ihre Membranen aufquellen, und die Zellen bei ihrer fortgehenden Theilung in der in gleichem Maße anwachsenden Gallert sich verschieben. Es handelt sich daher um dieselben sogenannten Kolonien oder Familien, wie sie bei vielen Algen, insbesondere Phykochromaceen auf die gleiche Weise zustande kommen. 4) Bacillen (*Bacillus*). Die Zellen und Zelltheilungen sind wie bei den Bakterien, aber die Gestalt ist die

1) Zusammengesetzt aus σχίζειν spalten und σπορά Spore. 2) zusammengesetzt aus σχίζειν spalten und φύτον Pflanze.

eines kurzen starren Fadens oder Stäbchens (Fig. 611, B). 5) Vibrionen (*Vibrio*). §. 195. Ebenso, aber die Stäbchen wellenförmig gebogen. 6) Spirillen (*Spirillum*). Ebenso, aber die Fäden deutlich spiralförmig gewunden (Fig. 611, C, D). 7) *Leptothrix*. Lange Fäden, welche mehr oder weniger deutlich in Zellen gegliedert sind, indem die Zelltheilung wie in den vorigen Fällen immer nur in der Querrichtung erfolgt, die Zellen aber zu Fäden verbunden bleiben. Hierzu gehört auch *Crenothrix*, wo die Glieder der Fäden sehr kurze Zellen darstellen. 8) *Cladothrix*. Fäden wie bei *Leptothrix*. aber durch falsche Astbildung verzweigt, in der Weise wie bei Scytonema (S. 434). 9) *Sarcina*. Die Zellen sind von rundlicher Gestalt, aber die Theilung geschieht abwechselnd übers Kreuz, so daß die Zellen nach Art kreuzweise geschnürter Packete mit einander verbunden bleiben (Fig. 611, E). Es giebt bewegliche und unbewegliche Spaltpilze. Viele der in Flüssigkeiten frei und isolirt lebenden befinden sich stetig in Ruhe oder zeigen nur Molekularbewegung. Andere sind, oft sehr lebhaft, spontan beweglich; die Bewegung beruht überall auf Rotation um die Längsaxe, wodurch die Zellchen bohrend sich im Wasser fortbewegen; Aenderung der Rotationsrichtung bedingt periodisches Vor- und Rückwärtsschwimmen. Gleichzeitig kommt bei manchen auch ein abwechselndes Beugen und Strecken des Körpers vor. Die Form der Bewegung ist bald ein träges Wackeln, bald ein glattes Dahinschwimmen, bald ein blitzschnelles Hin- und Herzucken. An den größeren Spirillen ist an jedem Ende des Körpers ein überaus zarter in Schwingungen begriffener Geißelfaden, ähnlich denen, die an den Schwärmsporen anderer Kryptogamen vorkommen, erkannt worden, welcher die Bewegung vermittelt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß solche Organe auch an den übrigen beweglichen Schizomyceten existiren, jedoch hier mit den gegenwärtigen mikroskopischen Instrumenten nicht erkannt werden können.

Die oben genannten Formen galten bis vor kurzer Zeit für Repräsentanten eigener Gattungen. Nun haben aber die Beobachtungen für mehrere Fälle bereits gelehrt, daß mehrere dieser Formen Lebenszustände eines und desselben Spaltpilzes sein können. Manche Mikrokokken und Bakterien treten zuerst in der Zoogloeaform auf; später löst sich die Gallert auf, die Zellchen werden frei und vertheilen sich nun in der Flüssigkeit als echte Mikrokokken oder Bakterien. Ebenso kann aus *Leptothrix* und *Crenothrix* eine Zoogloeaform entstehen. Ferner können Mikrokokken sich bilden durch wiederholte Theilung aus Bakterien, sowie aus *Leptothrix*-fäden, welche dadurch in immer kleinere Stäbchen, endlich in kleine Kügelchen zerfallen. Dies schließt freilich nicht aus, daß es doch viele Schizomyceten geben könnte, die nur in einer einzigen jener Formen sich entwickeln. Die bisherige Systematik der Spaltpilze aber, die jene Formen für Gattungen nahm, ist dadurch wieder erschüttert worden.

Von manchen Spaltpilzen ist auch eine Sporenbildung bekannt. Wenn das Nahrungsmaterial aufgezehrt und die von diesen Organismen angeregten Zersetzungen beendigt sind, oder wenn sonst für die Vegetation derselben ungünstige Bedingungen eintreten, werden häufig in ähnlicher Weise wie bei den Sproßpilzen (§. 194.) endogene Sporen gebildet. In dem homogenen Inhalte der Zellen treten stark lichtbrechende Körperchen auf; aus jedem derselben wird eine ovale oder kurz cylindrische, stark lichtbrechende, dunkel contourirte Spore. In den kurzzelligen

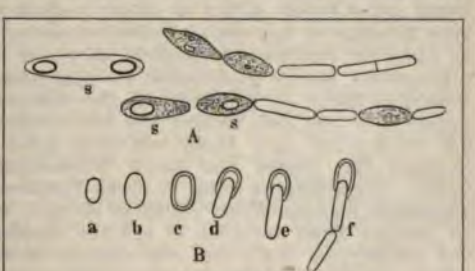


Fig. 612.

Der Spaltpilz der Buttersäuregährung (*Clostridium butyricum*)

A in der Sporenbildung, wo einzelne angeschwollene Zellen bei s s s endogene Sporen bilden.

B Freigewordene und keimende Sporen, a—f aufeinanderfolgende Stadien der Keimung, bei welcher ein neuer Faden sich entwickelt. 1020fach vergrößert. Nach Prazmowski.

Spaltpilzen findet sich meist nur je eine in einer Zelle; in den Fäden liegen sie in eine einfache Reihe geordnet. Nach Auflösung der Mutterzelle werden sie frei und sammeln sich dann oft am Boden der Flüssigkeit an. Bisweilen keimen sie noch innerhalb der Mutterzelle. Meist tritt in der Flüssigkeit, in welcher sich die Sporen gebildet haben, keine Keimung ein; die Sporen bleiben zunächst in einem Ruhezustande, in welchem sie Austrocknung und hohe Temperaturen ohne Schaden ertragen. Wenn sie wieder in geeignete Nährlösung kommen, erfolgt Keimung, indem die Spore in einen kurzen Keimschlauch auswächst, der dann die gewöhnliche Zelltheilung des Spaltpilzes von neuem beginnt.

Literatur über Spaltpilze. Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838. — Dujardin, Histoire naturelle des Zoophytes. Paris 1841. — Cohn, Ueber die Entwickelungsgeschichte mikroskopischer Algen und Pilze, in Nova Acta Acad. Leop. Carol. 1853. — Derselbe, Untersuchungen über Bakterien, in Cohns Beiträgen zur Biologie d. Pflanzen. I. Bd. 2. Heft u. 3. Heft. II. Bd. 2. Heft. — Hoffmann, Ueber Bakterien, in Botanische Zeitg. 1869, Nr. 15. — Koch, Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, in Cohns Beiträgen zur Biologie d. Pflanzen. II. Bd. 2. Heft. — Cienkowsky, Zur Morphologie der Bakterien, in Mémoires de l'Acad. imp. des sc. de St. Petersbourg. 1877. — Van Tieghem, Sur le Bacillus Amylobacter, in Bull. de la soc. bot. de France. 1877. — Prazmowsky, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte und Fermentwickelung einiger Bakterienarten. Leipzig 1880.

7. Ordnung. Myxomycetes[1] (Mycetozoa[2]), Schleimpilze (§. 156.).

§. 196. Diese auf der Grenze des Pflanzen- und Thierreiches stehenden Organismen weichen von dem eigentlich pflanzlichen Typus sehr weit ab und sind eher den Rhizopoden (I. §. 820.) im Thierreiche an die Seite zu stellen. An die Pilze erinnern sie nur, weil ihre Entwickelung abschließt mit der Bildung zahlloser Fortpflanzungszellen, welche hier Sporen genannt werden, einfache, kugelförmige Zellen mit meist gefärbter Membran. Bei der Keimung derselben wird aber kein Keimschlauch, überhaupt kein aus Zellen gebildeter Thallus erzeugt, sondern die protoplasmatischen Inhalte treten aus den Sporen als Schwärmer heraus, d. s. rundliche oder eiförmige Körperchen, vorn mit einer schwingenden Wimper, inwendig mit einem Zellkern und einer oder zwei pulsirenden Vacuolen (§. 33.); sie bewegen sich bald wie Schwärmsporen (§. 33.) freischwimmend, bald wie Amöben in langsamem Hinkriechen auf der Unterlage unter Vorstrecken und Wiedereinziehen seiner Fortsätze. Die Schwärmer vermehren sich auch durch Zweitheilung, nachdem vorher Wimpern, Zellkern und Vacuolen verschwunden sind, die sich dann wieder bilden. Nach einiger Zeit aber vereinigen sich die Schwärmer zahlreich einer nach dem andern zu einem Plasmodium[3] (Fig. 613.), d. i. ein aus Protoplasmasubstanz bestehender schleimiger oder rahmartiger, 1—30 Centimeter großer Körper, welcher in stetigen, langsamen Bewegungen begriffen ist, auf seiner Unterlage oft nach höheren Punkten emporfließt, oft auch abwechselnd zwischen die Lücken der Unterlage sich verkriecht und wieder hervorkommt. Die Masse des Plasmodiums hat die Eigenschaften des pflanzlichen Protoplasmas: eine dichtere Randschicht nimmt die Oberfläche ein, das wasserreichere Innere ist durchsäet mit Vacuolen, die zum Theil pulsiren, und mit Körnchen, welche oft aus kohlensaurem Kalk bestehen und dann häufig von einem gelben oder dunkelvioletten Pigmente überzogen sind, welches dem ganzen Plasmodium eine entsprechende Färbung ertheilt. Die Bewegung besteht in einem Aussenden und Wiedereinziehen und oft netzförmigen Zusammenfließen aderartiger Fortsätze, dem auch eine innere Strömung der körnigen Masse entspricht, so daß das Plasmodium entweder das Aussehen einer gekröseartigen Masse, oder aber dasjenige dünner gestreckter Stränge gewinnt, ersteres gewöhnlich bei den auf der Oberfläche von Substraten, letzteres bei den im Innern faulen Holzes lebenden Plasmodien.

Das Plasmodium verwandelt sich endlich in die eigenthümlichen Fruchtkörper, Sporangien[4] oder Peridien[5] genannt, d. s. meist nur wenige Millimeter

---

1) Zusammengesetzt aus μύξα Schleim und μύκης Pilz. 2) zusammengesetzt aus μύκης und ζῷον Thier. 3) abgeleitet von Plasma, weil diese Körper aus Protoplasma bestehen. 4) ☞ Seite 345, Note 4. 5) ☞ Seite 455, Note 1.

§. 196.

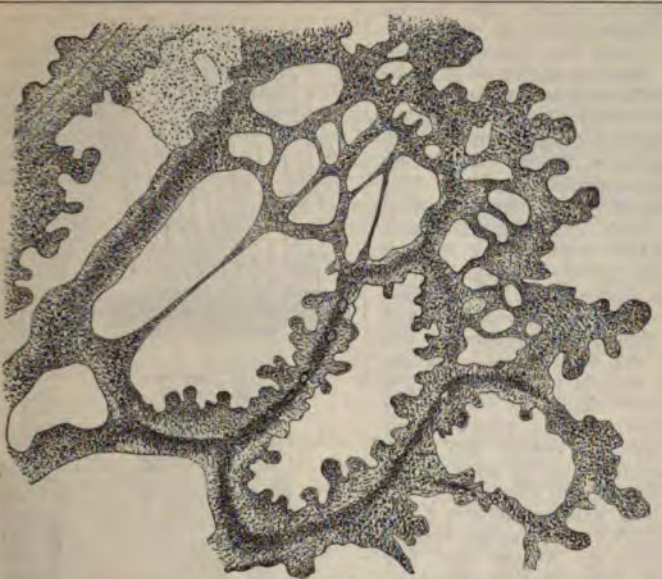


Fig. 613.

Stück eines **Plasmodiums** von **Didymium leucopus**, vergrößert, in Gestaltsveränderung und innerer Strömung begriffene netzförmig verbundene Fortsätze aussendend und wieder einziehend. Nach Cienkowsky.

große, gestielte oder ungestielte Blasen, welche in der Regel heerdenweise auftreten und dem Substrate unmittelbar aufsitzen, indem die Membran, welche die Wand der Sporangien und ihrer Stiele bildet, rings um die Basis zu einem dem Substrate fest anhaftenden scheibenförmigen Rande ausgebreitet ist, der oft mit demjenigen benachbarter Sporangien zusammenfließt. Die Membran der Peridie hat die allgemeinen Eigenschaften der Pflanzenzellhäute überhaupt, sie ist meist verhältnißmäßig dünn, im ausgebildeten Zustande gewöhnlich leicht zerbrechlich, selten an einer der beiden Oberflächen durch ungleiche Verdickung gezeichnet, bei manchen farblos, bei den meisten gelb, roth oder violett gefärbt, und außerdem bei vielen Physareen mit körnigen oder krystallinischen Massen kohlensauren Kalkes inkrustirt, die in der Membran selbst liegen oder der äußeren oder inneren Oberfläche derselben aufsitzen. Bei manchen ist die Membran in zwei trennbare Schichten differenzirt. Bei den gestielten Peridien setzt sich der Innenraum des Stieles in denjenigen der Peridie fort, wie bei *Trichia* und *Arcyria*, oder er ist durch eine Scheidewand von demselben getrennt. Letztere nimmt bei den Stemoniteen die Form einer Mittelsäule (columella[1]) an, indem sie nach oben convex werdend in der Sporangiumhöhle eine Fortsetzung des hier borstenförmigen Stieles bildet, welche bis in den Scheitel hinaufgeht oder unter ihm endigt. Außer den zahlreichen Sporen, mit denen die Sporangien erfüllt sind, enthalten sie mit Ausnahme nur weniger Gattungen (*Lycea*, *Cribraria*) noch einen zweiten Bestandtheil, indem sie durchzogen sind von einem Haargeflecht (capillitium[2]). Dieses besteht aus Fasern, welche meist nach allen Richtungen hin verzweigt und netzförmig verbunden sind. Bei den Physareen sind dieselben mit ihren an der Wand des Sporangiums liegenden Zweigen dieser fest angewachsen, bei den Stemoniteen einerseits der Sporangiumwand, andererseits der Columella angesetzt. Bei den

1) Diminutiv von columna Säule. 2) ☞ Seite 455, Note 2.

§. 196. Trichiaceen dagegen stehen sie mit der Sporangiumwand nicht oder nur wenig im Zusammenhange. Hier bilden sie nämlich bei *Arcyria* ebenfalls ein Netz, welches nur mit seinen untersten Fasern in der Höhle des Stieles befestigt und im noch geschlossenen Raume der Peridie zusammengedrückt ist, indem seine Fasern in viele Krümmungen gelegt sind, beim Oeffnen derselben aber zu einem weitmaschigen Geflechte aufgeht, welches aus dem Sporangium hervortritt. Bei *Trichia* sind aber die Capillitiumfasern meist gar nicht netzartig verbunden, sondern mit den Sporen gemengte, freie, einfache und beiderseits spitz endigende faserförmige Zellen, welche anfangs ebenfalls gekrümmt und durcheinander gewirrt sind, beim Austrocknen aber sich gerade strecken und hervortreten (Fig. 615.). Die zu einem Netze verbundenen Capillitiumfasern sind ununterbrochene querwandlose Röhren mit bald dünner, bald sehr dicker Membran, welche meist die Farbe der Sporangiumhaut besitzt und auf der Außenseite meist mit stachel-, warzen-, oder ringförmigen Verdickungen versehen ist. Bei *Physarum* sind die Röhren an den Knotenstellen des Netzes blasig erweitert und daselbst mit Kalkkörnchen erfüllt. Die isolirten Fasern von *Trichia* sind auf der Außenseite mit meist rechtswendigen spiralförmigen Verdickungen gezeichnet (Fig. 615, C).

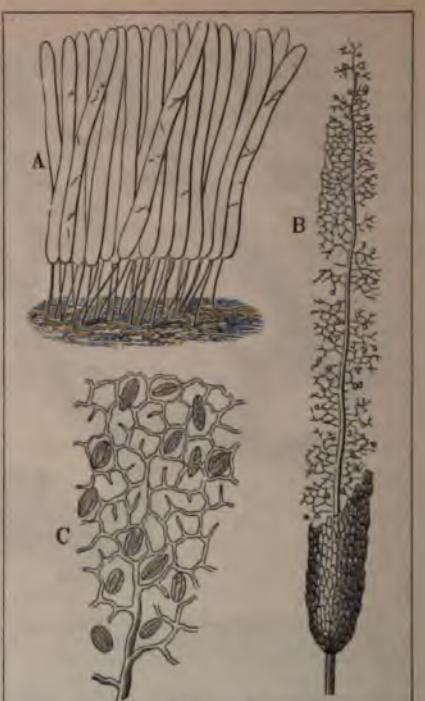


Fig. 614.

Der braune Fadenständling (*Stemonitis fusca* Roth.).

A Eine Anzahl beisammenstehender gestielter Sporangien, schwach vergrößert.

B Ein Sporangium stärker vergrößert. Mit Ausnahme des untersten Theiles ist die Wand bereits verschwunden, so daß die Mittelsäule und das von ihr ausgehende Capillitium sichtbar sind.

C Ein kleines Stück des netzförmigen Capillitiums mit dazwischen eingestreuten Sporen, stärker vergrößert. Nach Corda.

Die Sporen erfüllen den Innenraum des reifen Sporangiums als ein stäubendes Pulver; es sind einfache rundliche Zellen mit meist gefärbter Membran, deren Episporium bald glatt, bald durch Verdickungen gezeichnet ist. Die Sporangiumwand zerfällt von selbst entweder regellos, oder es wird der obere Theil der Peridie durch einen ringförmigen Querriß abgeworfen, wie bei Arten von *Trichia* und *Arcyria*, oder aber es bleiben gewisse verdickte Stellen der Wand in Form eines Gitterwerkes stehen, wie bei *Cribraria*, oder endlich bei zweischichtiger Membran spaltet sich die äußere Schicht sternförmig (*Didermа floriforme*).

Einige Myxomycetengattungen weichen von diesem typischen Baue der Peridien ab; zunächst *Spumaria* nur insofern, als die Sporangien anstatt wie sonst isolirt und heerdenweise aufzutreten, zu einer größeren, ausgebreiteten, unregelmäßig gestalteten Masse verschmolzen sind, die von einer gemeinsamen Haut umgeben ist, welche sich nach Innen in viele verschiedenartig gestaltete, die Sporen in sich bergende Falten fortsetzt, gleichsam die mit einander vereinigten einzelnen Sporangien. Die großen, einer Gasteromycete (§. 183) sehr ähnlichen Sporangien von *Lycogala* sind auf ihrer papierartigen Wand überzogen mit einer Rinde, die aus ver-

§. 196.

Fig. 615.
Der keulenförmige Haarstäubling (*Trichia clavāta* Pers.).
A Eine Anzahl Sporangien in natürlicher Größe.
B Zwei Sporangien schwach vergrößert, das eine noch geschlossen, das andere mit an der Spitze unregelmäßig zerrissener Wand und mit dem weit aus der Oeffnung hervorgetretenen faserigen Capillitium, in welchem die Sporen eingestreut sind.
C Ein Stück einer spiralig verdickten Capillitiumzelle und einige daneben liegende Sporen, stark vergrößert.

flochtenen Hyphen zusammengesetzt ist; letztere durchbohren auch die Wand und treten in den Innenraum, wo sie sich als Capillitium ausbreiten. Bei der Gattung *Aethalium* sind zahlreiche röhrenförmige Sporangien eng verflochten und wirklich netzförmig verbunden; sie bilden zusammen einen kuchenförmigen Körper, welcher mit ebener Fläche dem Substrate aufsitzt und von einer gemeinsamen Rinde umgeben ist, die aus dichtverflochtenen, reich mit Kalk erfüllten Fasern besteht.

Die Entwickelung der Sporangien aus den Plasmodien geschieht unter günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen ziemlich rasch. Bei den heerdenweis wachsenden Myxomyceten (Fig. 614; 615.) stammt in der Regel die ganze Heerde der Sporangien von einem einzigen Plasmodium ab. Wenn letzteres diese Umwandlung beginnt, verändert es zunächst nur seine Gestalt, indem es den Stellungen der zukünftigen Sporangien entsprechend zahlreiche Anschwellungen bildet, welche immer vom Substrate aus nach aufwärts, der Schwerewirkung entgegengesetzt, hervortreten und sogleich die definitive Gestalt der Sporangien annehmen. Endlich ist die ganze Masse des Plasmodiums in diese Anschwellungen übergegangen, nur noch in einer dünnen Schicht auf dem Substrate oder rings um die einzelnen Anschwellungen ausgebreitet. Hierauf erhärten die peripherischen Theile der letzteren, indem sie an ihrer Oberfläche die Membran des Sporangiums und des Stieles abscheiden, ein Proceß, welcher an jeder Sporangienanlage von unten nach oben fortschreitet. Bei *Stemonītis* erhärtet dagegen zuerst eine axile Mittelsäule, welche zu Stiel und Columella wird; an dieser steigt das Protoplasma empor und zieht sich unten ganz vom Substrate zurück, dadurch den Stiel entblößend, um dann erst in die Bestandtheile des Sporangiums sich zu differenziren. Bei den kalkhaltigen Schleimpilzen (Physareen) lagern sich die im Plasmodium vorhandenen Kalkkörner der Sporangienwand ein, oder sie rücken in zerstreute Anhäufungen im Inneren zusammen, den späteren Kalkblasen des Capillitiums entsprechend; bei *Didymĭum* lösen sie sich auf, um an der Außenfläche in Krystallen sich auszuscheiden. Nach Bildung der Sporangienwand sondert sich das im Inneren befindliche Protoplasma simultan in zahlreiche rundliche Portionen, welche einen Zellkern im Inneren und eine Membran an ihrer Peripherie erhalten und dadurch zu den Sporen werden. Wo ein Capillitium vorkommt, werden die Zellen desselben in gleicher Weise wie die Sporen und gleichzeitig mit diesen aus dem Protoplasma gebildet. Die aus vielen Sporangien zusammengesetzten Körper von *Aethalium* entstehen durch Vereinigung vieler Plasmodien, wobei die Kalk- und Pigmenteinschlüsse derselben in den peripherischen Aesten, das feinkörnige Protoplasma im mittleren Theile sich ansammeln; an der erstgenannten Stelle erfolgt dann die

§. 196. Bildung der kalkhaltigen Faſern der Hülle, hier dagegen die Differenzirung in Sporangienwand, Sporen und Capillitium wie gewöhnlich.

Während die genannten Schleimpilze alle ihre Sporen innerhalb einer Peridie bilden und daher als endoſporе[1] Myxomyceten bezeichnet werden können, giebt es einige wenige Formen, welche man die exoſporen[2] Myxomyceten nennt. Ihr Fruchtkörper gleicht nämlich hinſichtlich der Geſtalt und der Sporenbildung an ſeiner Oberfläche gewiſſen Hyphomyceten (§. 176.) und Hymenomyceten (§. 184.). Bei *Ceratium* ſind nämlich die Fruchtkörper unregelmäßig äſtige Stiele, die aus Zellgewebe beſtehen, und an deren Oberfläche auf kurzen Baſidien die Sporen einzeln abgeſchnürt werden; ſie ähneln daher einer *Isaria* (§. 176.). Die andere Gattung *Polysticta* hat einen Fruchtkörper, welcher eine hautartige zahlreiche Poren tragende Ausbreitung darſtellt, die einem *Polyporus*-Hymenium (§ 184.) gleicht und auch die Sporen nach Art dieſer Pilze durch Abſchnürung erzeugt. Dieſe exoſporen Fruchtkörper entſtehen unmittelbar durch entſprechende Formung des Plasmodiums, und die Sporen dadurch, daß die Enden der Stiele, welche das ſich formende Plasmodium an ſeiner Oberfläche bildet, anſchwellen und zu den Sporen werden, die ſich hierauf abgliedern. Bei der Keimung werden auch hier Schwärmer und aus dieſen Plasmodien gebildet.

Infolge vorzeitiger Austrocknung können ſowohl Schwärmer als auch junge Plasmodien als ſolche in Ruhezuſtände übergehen, erſtere indem ſie unter Verluſt der Bewegung zu kleinen kugelförmigen Körpern, Mikrocyſten[3] genannt, ſich zuſammenziehen, letztere indem ſie ſich in einzelne Kugelgeſtalt annehmende Theile trennen, welche eine derbe, geſchichtete Membran an ihrer Oberfläche bekommen und dann als derbwandige Cyſten bezeichnet werden. Aber auch erwachſene Plasmodien können in einen Ruhezuſtand übergehen; ſie erſtarren dann unter Verluſt des größten Theiles ihres Waſſers zu einer wachsartigen Maſſe, die in zahlreiche rundliche Elemente, welche bisweilen mit wirklichen Zellmembranen umgeben werden, ſich differenzirt und endlich hornartig ſpröde wird. Für ſolche Körper hat man die Bezeichnung Sclerotien[4] gewählt. Bei Wiederbefeuchtung nehmen die Ruhezuſtände wieder ihre bewegliche Form an, die Cyſten indem der eingekapſelte Protoplasmakörper aus ſeiner Hülle austritt, die Sclerotien indem die einzelnen Zellen wieder zuſammenfließen, nach Reſorption der Zellmembranen, wo ſolche gebildet worden waren.

Die einfachſte Form der Myxomyceten ſtellt die *Plasmodiophora brassicae* dar, ein Paraſit des Kohles, welcher in den Wurzeln lebt und Anſchwellungen derſelben, die ſogenannte Kohlhernie verurſacht. In dem ſtark entwickelten Parenchym dieſer Anſchwellungen ſind zahlreiche Zellen durch bedeutendere Größe ausgezeichnet; in ihnen findet ſich der Paraſit, anfangs in Form eines nackten Plasmodiums, welches eine ſchleimige, körnig trübe Subſtanz innerhalb des Protoplasmas der Zelle darſtellt, bald in Form abgerundeter oder traubig aggregirter oder in Stränge auslaufender Maſſen. Später füllt das Plasmodium ſeine Nährzellen völlig aus und zerfällt dann unmittelbar und ohne vorher eine Membran um ſich ausgeſchieden zu haben, alſo ohne ein eigentliches Sporangium gebildet zu haben, in zahlreiche kugelrunde Portionen, welche Membranen bekommen und zu Sporen werden. Letztere bleiben zurück, wenn die Kohlhernie abgeſtorben iſt und ſich aufgelöſt hat, und keimen dann, indem ihr Inhalt in Form amöbenartig ſich bewegender Schwärmer austritt. Letztere dringen wahrſcheinlich wieder in Kohlwurzeln ein, um ſich in dieſen zu neuen Plasmodien zu entwickeln.

Literatur über Myxomyceten. de Bary, die Mycetozoen, in Zeitſchr. f. wiſſenſch. Zoologie 1859. — Cienkowski, Zur Entwickelungsgeſchichte der Myxomyceten, in Pringsheims Jahrb. f. wiſſenſch. Botanik. III. — de Bary, Morphologie und Phyſiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866. — Famintzin u. Woronin, Zwei neue Formen von Schleimpilzen, in Mém. de l'acad. de St. Petersbourg. 7. sér. T. XX. — Woronin, Plasmodiophora brassicae, in Pringsheims Jahrbüchern für wiſſenſch. Botanik, XI. — Roſtafinski, Verſuch eines Syſtems der Mycetozoen. Straßburg 1873.

---

1) Zuſammengeſetzt aus ἔνδον inwendig und σπορά Spore. 2) zuſammengeſetzt aus ἔξω auswendig und σπορά Spore. 3) zuſammengeſetzt aus μικρός klein und κύστις Blaſe. 4) ☞ Seite 442, Note 1.

V. Abschnitt.

Von den Lebenserscheinungen der Pflanzen. Physiologie der Pflanzen.

§. 197. Die Pflanzenphysiologie hat die Naturerscheinungen der lebenden Pflanze, also die Lebensvorgänge derselben zum Gegenstande. Ihre Aufgabe ist 1) die Lebensvorgänge und ihre Bedeutung für den Organismus zu ermitteln, 2) dieselben nach Zahl, Maß oder Gewicht zu messen, 3) die Ursachen und Bedingungen derselben zu erforschen. Ihr Gegenstand zerfällt in folgende Gebiete; sie handelt nämlich 1) von den chemischen Eigenschaften der Pflanzen — Pflanzenchemie oder Phytochemie, 2) von den physikalischen Eigenschaften der Pflanzen, 3) vom Stoffwechsel oder von der Ernährung und Stoffbildung der Pflanzen, 4) von der Vermehrung der Pflanzen.

Die Eigenschaften und Erscheinungen, die wir an den Pflanzen wahrnehmen, resultiren aus denjenigen der Elementarorgane, die den Pflanzenorganismus zusammensetzen. Die Physiologie muß daher in ihren Betrachtungen vielfach bis auf die Pflanzenzellen zurückgehen und setzt daher die Kenntniß dieser Elementarorgane voraus. Hier genüge es, kurz darauf hinzuweisen, daß nur bei den niedrigsten sogenannten einzelligen Pflanzen (Spaltpilze, Sproßpilze, viele einzellige Algen) sämmtliche Lebensprozesse in einer und derselben Zelle sich vollziehen, indem die letztere für die Nahrungsaufnahme, für die Assimilation und für die Vermehrung der Individuen zugleich functioniren kann. Bei den höheren Pflanzen, welche aus zahlreichen Zellen bestehen, tritt dagegen meist eine Arbeitstheilung ein, indem jede Zelle vorwiegend nur für bestimmte Prozesse funktionirt. Hier ist, entsprechend den verschiedenen Diensten, welche die Zellen zu verrichten haben, auch ihre Organisation eine verschiedene, und die mannichfaltigen Beschaffenheiten, von welchen die Zellenlehre bei diesen Organen uns Kenntniß giebt, werden erst verständlich, wenn wir sie in Bezug bringen zu der Rolle, welche die verschiedenen Zellen im Leben der Pflanze spielen, und der sie auf das Genaueste angepaßt sind. So sind z. B. in Organen, welche der Aufnahme von tropfbarflüssiger Nahrung dienen, die Zellen mit dünnen Membranen aber stark entwickeltem Plasma und Zellsaft ohne besondere geformte Inhaltsbestandtheile ausgestattet und daher diosmotisch sehr wirksame Apparate. In Geweben, die der Fortleitung von Wasser dienen (Holz), richtet sich die Ausbildung der Zelle vornehmlich auf die Membran, indem diese ansehnliche Dicke und eine chemische Beschaffenheit (lignin-haltig) annimmt, bei welcher sie für Aufnahme und Leitung von Wasser ausgezeichnet geeignet wird, während solche Elementarorgane gewöhnlich ganz oder beinahe inhaltsleer sind oder sich sogar zu langen hohlen Röhren (Gefäßen) vereinigen, welche Flüssigkeiten capillar zu leiten vermögen. In Geweben, welche der Wanderung plastischer Stoffe dienen, ist der Zellinhalt, in welchem dann die in Wanderung begriffenen Stoffe sich anhäufen, vornehmlich entwickelt, während die Membran dünn bleibt und nicht selten an den die Bahn der Wanderung schneidenden Querwänden wirkliche Perforationen bekommt, welche den direkten Uebertritt der Stoffe ermöglichen. Zellen, welche der Kohlenstoffassimilation dienen, haben schwach entwickelte Membranen, enthalten aber im Protoplasma Chlorophyllkörner, welche die Organe für den genannten Proceß sind. Zellen, welche die Oberfläche der Pflanzentheile bekleiden und in erster Linie Regulatoren der Transpiration sind, haben keinen besonders charakteristischen Zellinhalt oder sind wohl auch ganz inhaltsleer, ihre Membran aber besitzt eine Beschaffenheit (cuticularisirt oder verkorkt), vermöge deren sie für Wasser schwer permeabel und daher ein vorzüglicher Schutz vor übermäßiger Transpiration wird.

I. Von den chemischen Eigenschaften der Pflanzen. Pflanzenchemie.

A. Die Elemente oder Grundstoffe in den Pflanzen.

§. 198. Als nächste Bestandtheile des Pflanzenkörpers kennen wir eine große Anzahl chemischer Verbindungen, die sich durch geeignete Behandlung aus der Pflanze gewinnen lassen. Darin finden sich als entferntere Bestandtheile eine Reihe von Elementen. Unter diesen giebt es keines, welches den Pflanzen eigenthümlich wäre, nicht auch in der Umgebung, wo die Pflanze erwachsen ist, sich vorfände. Von den 65 bekannten Elementen hat man bis jetzt etwa 30 in Pflanzen gefunden, von denen aber viele nur selten und dann meist in sehr geringer Menge vorkommen. Die allgemeiner in den Pflanzen verbreiteten Grundstoffe sind folgende:

1) **Kohlenstoff**, ein ausnahmsloser Bestandtheil der organischen Verbindungen, in denen er mit den zwei, drei oder vier folgenden Elementen verbunden ist. Alle diese Grundstoffe werden deshalb die organischen Elemente oder Organogene[1] genannt. Verbrennt man Pflanzentheile an freier Luft, so verbindet sich der meiste Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure, welche als Gas entweicht. Findet aber das Verbrennen bei gehindertem Luftzutritt statt, so wird nur ein kleiner Theil des Kohlenstoffs zu Kohlensäure oxydirt, der meiste bleibt als reine Pflanzenkohle zurück, wie bei der Kohlenbrennerei. Der Kohlenstoff ist das in größter Menge in den Pflanzen enthaltene Element. Ein Baum enthält in 100 Theilen trocknen aschefreien Holzes ungefähr 50 Theile Kohlenstoff, 44 Sauerstoff und 6 Wasserstoff. Außer in den organischen Verbindungen kommt Kohlenstoff auch als Kohlensäure in der Pflanze vor, bisweilen in Form von kohlensauren Salzen.

2) **Sauerstoff**, ein Bestandtheil vieler Pflanzenstoffe, sowohl der meisten organischen Verbindungen als auch des in allen Pflanzen vorhandenen Wassers, sowie vieler anorganischer Verbindungen, nämlich der meisten in den Pflanzen vorkommenden mineralischen Säuren und deren Salze.

3) **Wasserstoff**, das in Verbindung mit Sauerstoff Wasser bildende Element und der dritte Hauptbestandtheil aller organischen Verbindungen der Pflanzen.

4) **Stickstoff**, mit den drei vorigen Elementen ein Bestandtheil mancher organischer Verbindungen des Pflanzenkörpers, besonders der Proteïnstoffe, der Amide, vieler Alkaloide, einiger Glykoside und Fermente. Außerdem ist er ein Bestandtheil des Ammoniaks und der Salpetersäure, deren Salze in geringen Mengen in den Pflanzen vorkommen.

Es enthalten z. B. an Stickstoff in Procenten der Trockensubstanz Samen von Lupinen 5,6, von Erbsen 3,5, von Klee 4,0, von Hafer 2,0, von Roggen 1,9, frische Kartoffeln 0,34, frischer Rothklee vor der Blüte 0,54, frische Runkelrüben 0,20, trockenes Fichtenholz im Mittel 0,20. Durch ihren Reichthum an Stickstoff sind die Pilze ausgezeichnet; so enthält z. B. der Champignon 7,36 % Stickstoff in der Trockensubstanz. Im allgemeinen ist der Stickstoffgehalt in jungen Pflanzentheilen wegen des Reichthums ihrer Zellen an Protoplasma größer als in den nämlichen Theilen im älteren Zustande; z. B. in den grünen Theilen des Futtermais Ende Mai 4,41, Ende Juni 2,79, Ende Juli 0,81, Ende August 0,46 % der Trockensubstanz.

5) **Schwefel**, ein ausnahmsloser Bestandtheil aller Pflanzen, weil er zur Constitution der Proteïnstoffe gehört; auch ist er an der Zusammensetzung einiger ätherischer Oele in den Zwiebeln und in Cruciferen betheiligt. Endlich finden sich in allen Pflanzensäften schwefelsaure Salze gelöst. Doch ist der Schwefelgehalt meist gering, z. B. in Kartoffelknollen 0,25, in Luzerne 0,47, im Holz der Bäume 0,025 % der Trockensubstanz.

6) **Phosphor**, findet sich in der Phosphorsäure, welche in allen Pflanzen vorkommt, besonders in Begleitung der Proteïnstoffe, daher in größter Menge in denjenigen Theilen, welche reich an letzteren sind. So enthalten an Phosphorsäure Roggenkörner 1,0, Haferkörner 0,8, Erbsen 0,98, Leinsamen 1,53, Kleeheu vor der Blüte 1,21, Holz der Baumstämme 0,051 % der Trockensubstanz.

7) **Chlor**, in Verbindung mit Metallen, besonders als Kochsalz in sehr geringen Mengen in allen Pflanzen, in etwas größerer Menge in den Salinen- und Seestrandpflanzen.

8) **Silicium**, in Form von Kieselerde oder Kieselsäure fast in allen Pflanzen

1) Ὄργανον Werkzeug, Organ und γένεσις Erzeugung.

in größerer oder geringerer Menge enthalten, vorzugsweise als Baustoff der Zellmembran, daher mehr in älteren als jüngeren Pflanzentheilen.

Besonders reich an Kieselsäure sind die Schachtelhalme, deren Asche 66—97 % Kieselsäure enthält und die dadurch ihre Härte und Rauhigkeit gewinnen, die sie zum Putzen und Poliren geeignet macht, ferner die Gräser und Getreidearten, welche in der Strohasche 50—70 %, in der Asche der Spelzen und Grannen über 80 % davon enthalten. Die Membranen der Diatomaceen sind so reich an Kieselerde, daß beim Verbrennen oder Verwesen ein sogenannter Kieselpanzer als Rest der Zellmembran zurückbleibt.

9) **Kalium,** findet sich in allen Pflanzen in Form von Kalisalzen, am reichlichsten in solchen Theilen, welche viel Kohlenhydrate enthalten. In den kalireichsten Pflanzen, wie Rüben und Kartoffeln, beträgt der Kaligehalt 2—4, oder bis 5 % der Trockensubstanz; in den Samen der Hülsenfrüchte ist an Kali 1—1,5 %, im Holz der Baumstämme nur 0,05—0,15 % der Trockensubstanz vorhanden.

10) **Natrium,** in Begleitung des vorigen in Form von Salzen in allen Pflanzen, aber meist in geringerer Menge verbreitet; reicher an Natrium als an Kalium pflegen die im Meere und am Meeresstrande wachsenden Pflanzen zu sein, aus denen deshalb Soda gewonnen werden kann.

11) **Calcium,** ein fast allgemein im Pflanzenreiche verbreitetes Element, welches in Form von Kalksalzen sich findet, besonders in Stengeln und Blättern. Manche Pflanzen und Pflanzentheile sind besonders reich an Kalk. Es enthalten an Kalkerde in der Trockensubstanz Rothklee 2,3, Luzerne 3,0, Tabakblätter 6,1, Hopfenblätter 7,3, Kartoffelkraut 2,9, Kartoffelknollen 0,1, Erbsensamen 0,1, Roggenstroh 0,3, Roggenkörner 0,06, Holz der Baumstämme 0,02—0,1 %.

12) **Magnesium,** in allen Pflanzen in Form von Bittererdesalzen, welche meist in Begleitung der Kalksalze, in reichlicherer Menge aber in den Samen auftreten.

13) **Eisen** kommt in allen grünen Pflanzen, aber in äußerst geringen Mengen vor. Es enthalten z. B. an Eisenoxyd in der Trockensubstanz Maiskörner 0,01, Maisstroh 0,1, Tabakblätter 0,3, Rothklee 0,07, Fichtenholz 0,003, Fichtennadeln 0,1 %.

14) **Mangan,** gleich dem vorigen in sehr geringen Mengen in vielen Pflanzen enthalten, im Holze bisweilen selbst in größeren Mengen als Eisen.

15) **Aluminium,** in Spuren vielleicht in vielen Pflanzen, reichlicher in den *Lycopodium*-Arten.

Endlich finden sich Jod und Brom besonders in Meerpflanzen und Meerstrandpflanzen, Fluor in den Samenschalen vom Getreide und in kleinen Mengen wohl in vielen Pflanzen, ferner bisweilen in geringen Mengen, und zwar wenn im Boden diese Elemente der Pflanze geboten sind, Arsen, Selen, Titan, Bor, Lithium und Rubidium, Barium, Strontium, Zink, Zinn, Kobalt und Nickel, Kupfer, Blei, Thallium, Silber und Quecksilber.

B. Die nächsten Bestandtheile der Pflanzen.

§. 199. Die Elemente, welche den Pflanzenkörper zusammensetzen, kommen hier nicht rein, sondern in chemischen Verbindungen vor, welche die nächsten Bestandtheile der Vegetabilien ausmachen. Wenn man irgend eine Pflanze oder einen Pflanzentheil an freier Luft liegen läßt oder einer höheren Temperatur aussetzt, so nimmt sein Gewicht beträchtlich ab und er wird trocken. Das Verlorene ist, wie sich leicht nachweisen läßt, reines Wasser. Wir unterscheiden daher stofflich an allen Pflanzentheilen Wasser oder das Vegetationswasser und Trockensubstanz. Beide Bestandtheile kann man bestimmen durch Erwärmen der Pflanzentheile auf 100 bis 110° C, bei welcher Temperatur sie alles Vegetationswasser verlieren.

Der Wassergehalt der Blätter der meisten Bäume beträgt im August 54—65 %, derjenige der Blätter der meisten Kräuter 60—80 %, der der Gurken und Melonen, sowie der Succulenten 85—95 %; der der Wasserpflanzen ist am größten, z. B. bei den Algen bis zu 98 %. Harte Hölzer enthalten dagegen im Durchschnitt nur 44 %, weiche Hölzer durchschnittlich 55 % Wasser. Am geringsten ist der Wassergehalt in den reifen lufttrockenen Samen, welche nur wenige Procente davon enthalten.

Wenn man die Trockensubstanz der Pflanzentheile stark erhitzt, so verbrennt der größte Theil derselben und es verbleibt ein weißer oder grauer, bei stärkerem Erhitzen sich nicht weiter verändernder Rückstand von mineralischen Stoffen, die Asche. Die verbrannten Bestandtheile sind die sämmtlichen organischen Verbindungen, welche aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehen und deren gemeinsamer Charakter eben darin besteht, daß sie beim Erhitzen an der

§. 201. Luft verbrennen, wobei sie sich in Gase, nämlich Kohlensäure, Wasser, Stickstoff und Ammoniak umwandeln, welche zum größten Theile entweichen. Die Asche enthält zwar die mineralischen Bestandtheile, welche die Pflanze während ihrer Vegetation durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen hat, sie giebt uns aber kein genaues Bild von diesen anorganischen Salzen, wie sie vor der Einäscherung in der Pflanze enthalten sind. Denn viele Metalle, besonders Kalium und Calcium, bilden in der Pflanze mit organischen Säuren Salze, die sich beim Verbrennen der organischen Verbindungen in kohlensaure Salze (Carbonate) umwandeln, welche in der Asche zurückbleiben. Schwefelsaure Salze gehen beim Einäschern leicht in Schwefelmetalle über. Der Schwefel, den die Eiweißstoffe enthielten, erscheint in der Asche als schwefelsaures Salz oder als Schwefelmetall. Die Salpetersäure und das Ammoniak, welches in der Pflanze vorhanden war oder beim Einäschern aus den stickstoffhaltigen organischen Verbindungen entstand, verflüchtigen sich zum Theil beim Verbrennen. Auch kann bei starkem Glühen ein Theil der Chlormetalle sowie die Kohlensäure der Carbonate sich verflüchtigen.

Der Aschengehalt der Trockensubstanz beträgt im Mittel bei Roggenkörnern 2,09, Lupinensamen 4,26, Roggenstroh 4,46, Rothklee 6,86, Kartoffelknollen 3,79, Kartoffelblättern 8,58, Tabakblättern 17,16, Eichenholz 0,48, Kiefernholz 0,30.

In den Aschen der Pflanzen unterscheiden wir die einzelnen Aschenbestandtheile, d. h. die Basen und Säuren, welche hier zu einer Anzahl von Salzen verbunden sind. Wir ermitteln dieselben durch die Aschenanalyse. Diese ergiebt eine ungleiche und wechselnde Zusammensetzung der Aschen der verschiedenen Pflanzen, woraus die ungleichen Ansprüche der letzteren an den Boden erhellen. Das Nachstehende zeigt die procentische Zusammensetzung der Aschen einiger vegetabilischen Produkte.

	Gesammtasche.	Kali. K_2O.	Natron. Na_2O.	Kalkerde. CaO.	Magnesia. MgO.	Eisenoxyd. Fe_2O_3.	Phosphorsäure. P_2O_5.	Schwefelsäure. SO_3.	Kieselsäure. SiO_2.	Chlor. Cl.
Roggenkörner	2,09	0,671	0,031	0,062	0,235	0,026	0,998	0,027	0,029	0,010
Roggenstroh	4,46	1,006	0,078	0,366	0,138	0,085	0,291	0,190	2,197	0,097
Erbsensamen	2,73	1,177	0,027	0,131	0,218	0,023	0,980	0,093	0,025	0,043
Erbsenstroh	5,13	1,175	0,209	1,889	0,415	0,088	0,413	0,321	0,350	0,289
Leinsamen	3,69	1,130	0,076	0,299	0,527	0,041	1,531	0,086	0,064	0,006
Leinstengel	3,53	1,096	0,287	0,785	0,232	0,085	0,464	0,231	0,195	0,144
Rothklee	6,86	2,215	0,135	2,395	0,748	0,074	0,661	0,222	0,185	0,259
Kartoffelknollen	3,79	2,276	0,112	0,100	1,187	0,042	0,639	0,247	0,077	0,131
Kartoffelkraut	9,42	2,539	0,137	2,905	1,336	0,340	0,687	0,438	0,655	0,500
Futterrunkeln, Wurzel	7,58	3,958	1,233	0,283	0,826	0,057	0,647	0,229	0,155	0,755
Futterrunkeln, Blätter	15,34	4,709	2,982	1,634	1,462	0,216	0,997	0,861	0,557	2,451
Tabakblätter	17,16	4,992	0,551	6,181	1,263	0,335	0,800	1,042	0,990	1,151
										Manganoxydoxydul. Mn_3O_4.
Kiefernholz	0,303	0,043	0,003	0,163	0,032	0,001	0,018	0,011	0,008	0,010
Eichenholz	0,351	0,116	0,029	0,105	0,024	0,005	0,040	0,008	0,018	0,002
Eichenrinde	7,200	0,314	0,025	6,683	0,086	0,021	0,028	0,019	0,040	—
Eichenlaub	3,500	1,160	—	0,913	0,474	0,041	0,427	0,095	0,154	0,231

C. Die organischen oder verbrennlichen Bestandtheile der Pflanzen.

Jede Pflanze besteht aus einer Mehrzahl organischer Verbindungen, denn §. 200.
schon zur Constitution einer Zelle gehören nothwendig mehrere solcher Körper, weil die einzelnen Theile der Zelle von verschiedenen aber bestimmten chemischen Stoffen gebildet werden. Wir geben hier eine Uebersicht dieser Verbindungen nach den Gruppen, wie sie in der organischen Chemie üblich sind.

I. Kohlenhydrate, stickstofffreie, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff §. 201.
zusammengesetzte Verbindungen, in denen die zwei letztgenannten Elemente in dem Verhältniß enthalten sind, in welchem sie im Wasser verbunden sind, daher als Hydrate des Kohlenstoffs zu betrachten, sämmtlich indifferente, d. h. weder sauer noch basisch reagirende, feste, nicht flüchtige, theils organisirte, theils krystallisirbare, theils amorphe Körper, zu welchen die verbreitetsten Pflanzenstoffe gehören. Während einige Kohlenhydrate, wie Traubenzucker und Dextrin sich leicht aus anderen Kohlenhydraten erzeugen lassen, ist die künstliche Darstellung der übrigen noch nicht gelungen.

A. **Cellulose-Gruppe,** nach der Formel $C_6H_{10}O_5$ zusammengesetzte, vorwiegend nicht krystallisirbare Körper.

1) **Cellulose** oder Zellstoff, die Grundsubstanz der Zellmembranen (§. 27.) aller Pflanzen, daher unter allen Pflanzenstoffen der in größter Menge und allgemein verbreitet vorkommende, bleibt nach Entfernung aller durch chemische Mittel ausziehbaren Stoffe zurück. Aus ziemlich reiner Cellulose bestehen z. B. die Baumwolle, die aus den Kiefernnadeln bereitete Waldwolle, das Hollundermark, das vegetabilische Elfenbein (das harte Endosperm von *Phytelephas macrocarpa*). Cellulose wird durch wässerige Jodlösung meist nicht blau gefärbt; aber durch Einwirkung von Schwefelsäure oder Chlorzink verwandelt es sich in eine Verbindung (Amyloid), welche durch Jod sich blau färbt. In Kupferoxydammoniak quillt Cellulose bis zur endlichen Auflösung auf; das Gleiche geschieht in concentrirter Schwefelsäure. In vielen Zellmembranen, besonders in denjenigen vieler Bastzellen, des Holzes und Korkes sind neben der Cellulose noch verschiedene andere organische und zum Theil auch unorganische Verbindungen eingelagert (§. 31.), die sogenannten inkrustirenden Substanzen, welche mehr oder weniger die angegebenen Reactionen auf Cellulose verdecken. Sie lassen sich aber durch geeignete Behandlung, z. B. durch das Schulze'sche Verfahren, d. h. durch Digeriren mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali, oder durch Behandlung mit Bromwasser und nachherigem Auswaschen mit verdünntem Ammoniak entfernen, wonach reine Cellulose zurückbleibt und die Reaction auf solche hervortritt. Die mit den inkrustirenden Substanzen verunreinigte Cellulose wird als Rohfaser bezeichnet. Es enthalten z. B. im lufttrockenen Zustande an Rohfaser: Rothkleeheu 26 %, Baumblätter 18—22 %, Erbsensamen 6,4 %, Roggenkörner 3,5 %, Roggenstroh 54,0 %. Im Kiefernholz finden sich 53,27 % Cellulose und 28,18 % inkrustirende Substanzen, im Eichenholz 39,47 % Cellulose und 34,30 % inkrustirende Substanzen.

In den verholzten Zellen, also besonders im Holze, in vielen Bastzellen 2c., ist die neben der Cellulose vorhandene inkrustirende Substanz vorwiegend der Holzstoff, das Lignin[1] oder Xylogen[2], eine von der Cellulose durch Kohlenstoffreichthum und geringeren Sauerstoffgehalt unterschiedene, also nicht zu den Kohlenhydraten gehörige Verbindung, welche sich durch Jod nur gelb färbt, und aus Farbstofflösungen wie Fuchsin, Karmin, schwefelsaurem Anilin 2c. den Farbstoff aufnimmt und in sich aufspeichert, was reine Cellulose nicht thut. Phloroglucin mit Salzsäure färbt verholzte Membranen lebhaft roth, Phenol-Salzsäurelösung im Sonnenlichte blaugrün. Der Ligningehalt beträgt in Procenten der Trockensubstanz bei Eichenholz 54,12, bei Kiefernholz 41,99, beim Flachs 17,08, in den Wallnußschalen 65,92.

Im Holze der Laubhölzer scheint auch eine mit Cellulose isomere, den unlöslichen Gummiarten ähnliche, durch Natronlauge ausziehbare Substanz, Holzgummi, enthalten zu sein.

1) Von lignum Holz. 2) zusammengesetzt aus ξύλον Holz und γένος Abstammung.

§. 201. In den Korkzellen, also im Periderm der Bäume, im Flaschenkork (von der Korkeiche), in der Kartoffelschale sind gewisse Lamellen der Zellmembran verkorkt (S. 57), d. h. neben der Cellulose ist Korkstoff oder Suberin[1] vorhanden, d. i. eine im Vergleich mit dem Lignin noch kohlenstoffreichere Verbindung, welche sich ähnlich wie Wachs in kochender Kalilauge auflöst und beim Behandeln mit Salpetersäure oder der Schulze'schen Flüssigkeit sich zu einer wachs- oder harzähnlichen Masse, Cerinsäure, oxydirt, welche in heißem Alkohol, Aether, Kalilauge leicht löslich ist. Kork enthält immer etwas Stickstoff, welcher vielleicht von Eiweißstoffen herrührt; ferner durch Aether ausziehbare fett- oder wachsartige Stoffe. Verkorkte Membranen zeigen ebenfalls keine Blaufärbung mittelst Jod und lösen sich in concentrirter Schwefelsäure, Chromsäure oder Kupferoxydammoniak nicht oder sehr schwer auf.

In der Cuticula der Epidermis (§. 53.) ist die Membran cuticularisirt. Die Cuticularsubstanz oder das Cutin verhält sich chemisch dem Suberin gleich; doch ist hier ein größerer Gehalt an Wachs vorhanden, welches oft als Wachsausscheidung aus der Cuticula hervortritt.

2) **Stärkemehl** (amylum[2]), ein blendend weißer, geruch- und geschmackloser, im kalten Wasser, Alkohol und Aether unlöslicher, im kochenden Wasser zu einem Kleister (Stärkekleister) aufquellender, durch Jod bei Gegenwart von Wasser sich dunkelblau färbender Pflanzenstoff, der in Form von Körnern im Innern der Pflanzenzellen vorkommt (§. 38.), von derselben chemischen Zusammensetzung wie Zellstoff. Er ist ein Gemenge von zwei chemischen Verbindungen, die in jedem Korne mit einander vermischt sind, die Granulose, durch Jod allein sich blaufärbend und durch verschiedene Lösungsmittel (Speichel, Malzauszug, verdünnte Säuren) ausziehbar, und Stärkecellulose, die bei der Auflösung jener zurückbleibt durch Jod allein sich gelb färbt und sich wie Cellulose verhält. Stärkemehl ist zwar in fast allen Pflanzentheilen verbreitet, findet sich aber besonders reichlich in Samen und Knollen vieler Pflanzen. Durchschnittlich enthalten Kartoffelknollen 15—29, Linsensamen 55, Erbsen 58, Bohnen 55, Hafer 47, Roggen 60, Weizen 64, Gerste 58, Mais 65, Hirse 64, Reis 76, Eicheln 35 % Stärkemehl. Sago und Arrow-Root sind ebenfalls Stärkemehl; ersteres aus den Stämmen von Palmen und Cycadeen, letzteres aus den Wurzelstöcken von Marantaceen.

3) **Inulin**[3], ein dem Stärkemehl gleich zusammengesetzter Körper, welcher im Inhalte der Zellen aufgelöst vorkommt, aber durch Alkohol in Form kugelförmiger, concentrisch aus strahligen Theilchen bestehender Gebilde (Sphärokrystalle) sich abscheiden läßt, farblos, geschmack- und geruchlos. Es bläut sich durch Jod nicht, und lenkt in wässeriger Lösung das polarisirte Licht nach links ab. Findet sich nur in den Wurzeln der Compositen und verwandter Familien, vorzugsweise in den Knollen der Georginen, von *Helianthus tuberosus*, in den Wurzeln der Cichorien, von *Taraxacum officinale*, von *Inula helenium*.

4) **Dextrin**[4] oder **Stärkegummi**. Wenn Stärkemehl auf 200° C erhitzt oder mit verdünnter Schwefelsäure gekocht wird oder wenn es der Einwirkung der im Malze enthaltenen Diastase oder anderer stärkeumbildenden Fermente in der Pflanze ausgesetzt ist, so wandelt es sich in Zucker um, und als Zwischenproducte bei dieser Umwandlung erscheinen Körper, welche unter dem Collectivnamen Dextrin begriffen werden. Solche sind daher auch in vielen Pflanzensäften in geringer Menge vorhanden. Ihre Lösungen in kaltem oder heißem Wasser lenken den polarisirten Lichtstrahl nach rechts ab. In Alkohol sind sie unlöslich. Man unterscheidet als aufeinander folgende Umwandelungsproducte: zwei Amylodextrine[5], das Erythrodextrin[6] und das Achroodextrin[7], die durch die Färbungen mit Jod und Löslichkeit in kaltem oder heißem Wasser sich unterscheiden.

---

1) Von suber Kork. 2) ἄμυλον, von α nicht und μύλη Mühle, d. i. ohne Mühle bereitetes Mehl. 3) von Inula Alant, weil es in diesen und verwandten Pflanzengattungen vorkommt. 4) von dexter rechts. 5) zusammengesetzt aus Dextrin (Note 4) und ἄμυλον (Note 2). 6) zusammengesetzt aus Dextrin (Note 4) und ἐρυθρός roth. 7) zusammengesetzt aus Dextrin (Note 4) und ἄχρους ohne Farbe.

5) Die **Gummiarten** und **Pflanzenschleime**, sind amorphe in Wasser zu einer schleimigen, klebenden Flüssigkeit aufquellende Substanzen (Colloïde), in Alkohol unlöslich, durch Kochen mit Säuren in Traubenzucker übergehend. Sie treten theils als Secretionsprodukte, theils als Bestandtheile des Zellinhaltes, theils als Verdickungen der Zellmembran auf. Die echten Gummiarten liefern beim Kochen mit Salpetersäure außer Oxalsäure Schleimsäure. Zu diesen gehören das arabische Gummi (Arabin), das Kirschgummi (Cerasin[1]), das Traganthgummi, ferner der Schleim der Leinsamenschalen ꝛc. Einige Pflanzenschleime, wie der der Quittensamenschalen, der in den *Orchis*-Knollen, liefert keine Schleimsäure, und zeigt mit Jod blaue oder violette Färbung, schließt sich daher der Cellulose an. — Auch die sogenannte Flechtenstärke (Lichenin[2]) ist der in Wasser aufquellende Zellstoff der Flechten.

Mit den Pflanzenschleimen nahe verwandt sind die chemisch noch ungenau bekannten Pectinkörper[3] oder Pflanzengallerten, welche in den Säften vieler Früchte und Wurzeln gelöst vorkommen und deren Lösungen nach dem Einkochen gallertartig gestehen.

B. **Traubenzucker-Gruppe**, nach der Formel $C_6H_{12}O_6$ zusammengesetzte Zucker, d. h. in Wasser lösliche, süßschmeckende Körper. Diese Zuckerarten sind direkt gährungsfähig, d. h. sie vermögen durch Einwirkung von Hefe sich in Kohlensäure und Alkohol zu spalten.

1) **Traubenzucker, Krümelzucker** oder **Dextrose**[4], undeutlich (krümelig) krystallisirend, den polarisirten Lichtstrahl nach rechts drehend, Kupfervitriol in Kalilösung zu rothem Kupferoxydul reducirend, ist der verbreitetste Zucker im Pflanzenreich, findet sich in größter Menge in reifen Früchten vieler Pflanzen (Weintrauben, Feigen, Kirschen, Birnen ꝛc.), entsteht auch durch Einwirkung von verdünnten Säuren auf andere Kohlenhydrate.

2) **Fruchtzucker, Schleimzucker, Glykose**[5] oder **Laevulose**[6], in den Früchten mit dem Traubenzucker meist gemengt, auch im Honig, von derselben Formel wie jener und ebenfalls reducirend, aber einen nicht krystallisirbaren Syrup bildend und die Ebene des polarisirten Lichtes links drehend. — Beim Kochen mit verdünnten Säuren geht der Rohrzucker über in ein Gemenge von gleichen Theilen Laevulose und Dextrose, das man Invertzucker[7] nennt. Dieser findet sich im Honig, im Obst, im Honigthau. Er ist linksdrehend, weil die Wirkung der Laevulose überwiegt.

C. **Rohrzucker-Gruppe**, Zuckerarten von der Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$, meist nicht direkt gährungsfähig, alkalische Kupfervitriollösung nicht oder schwach reducirend.

1) **Gemeiner Zucker, Rohrzucker, Rübenzucker, Saccharose**[8], deutlich krystallisirbar, die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts drehend, Kupfervitriol in Kalilösung nicht reducirend, findet sich am reichlichsten im Zuckerrohr, in der Zuckerhirse, in Runkelrüben, Mohrrüben, im Frühlingssaft der Ahornarten, besonders des Zuckerahorn ꝛc.

2) Maltose, eine im Malz durch Einwirkung der Diastase auf Stärkemehl neben Dextrin entstehende, krystallisirende, stark rechts drehende, alkalische Kupferlösung schwach reducirende, direkt gährungsfähige Zuckerart.

Hierher gehören noch folgende seltene Zuckerarten: Schwammzucker oder Mykose[9] in vielen Schwämmen und im Mutterkorn; Melitose[10] in der australischen Manna von den Blättern von *Eucalyptus*-Arten; Melezitose[11] im Safte der Lärche; Synanthrose[12] in den Knollen von Compositen neben Inulin.

II. Vegetabilische Säuren, Pflanzensäuren oder **organische Säuren**, ebenfalls Verbindungen des Sauerstoffs mit Kohlenstoff und Wasserstoff, sauer schmeckende, in Wasser lösliche Körper, die den Charakter von Säuren haben, d. h. mit Alkalien zu Salzen sich verbinden. Sie kommen allgemein verbreitet in den Pflanzen vor, meistens mit mineralischen Basen verbunden als neutrale oder saure Salze, bisweilen auch im freien Zustande, weshalb die meisten Pflanzensäfte §. 202.

1) Von cerāsus Kirschbaum. 2) von lichen Flechte. 3) von πηκτός verdichtet, geronnen. 4) von dexter rechts. 5) von γλυκύς süß. 6) von laevus links. 7) von in nicht und vertĕre drehen. 8) von sacchărum Zucker. 9) von μῦκος oder μύκης Pilz. 10) von μέλι Honig. 11) von Synanthĕrae, weil dieser Zucker in Synantheren oder Compositen vorkommt.

§. 202. sauer reagiren. Manche organische Säuren sind im Pflanzenreiche weit verbreitet, in erster Linie Oxalsäure, dann auch Weinsäure, Citronen- und Aepfelsäure. Viele kommen nur vereinzelt in gewissen Pflanzen vor. Nicht selten sind mehrere Säuren nebeneinander vorhanden.

1) Kleesäure, Oxalsäure, $C_2H_2O_4$, vielleicht in allen Pflanzen vorhanden, entweder gelöst als saures Kaliumsalz oder krystallisirt als Kalkoxalat, im Innern der Zellen oder auch in den Zellmembranen (S. 27), besonders reichlich im Sauerklee (*Oxălis*) und Sauerampfer, in den succulenten Pflanzen, in der Rhabarberwurzel, in den Runkelrübenblättern, in der Rinde, den Blättern und Wurzeln der meisten Bäume, in den Flechten. Die Oxalsäure läßt sich künstlich aus Kohlensäure darstellen durch Ueberleiten dieses Gases über erhitztes Natrium sowie aus Zucker oder Stärkemehl durch Oxydation beim Kochen mit Salpetersäure.

2) Aepfelsäure, $C_4H_6O_5$, im freien Zustande oder an Kalium oder Calcium gebunden im Safte der meisten sauren Früchte, besonders reichlich im Safte der unreifen Aepfel und Vogelbeeren.

3) Weinsäure, Weinsteinsäure, $C_4H_6O_6$, theils frei, theils an Kalium oder Calcium gebunden als neutrales oder saures Salz, in größerer Menge im Traubensafte, auch in anderen Theilen des Weinstockes, in Begleitung anderer Säuren wohl in allen sauren Früchten, in geringer Menge auch im Safte der Blätter, Wurzeln, Rinden vieler anderen Pflanzen.

4) Citronensäure, $C_6H_8O_7$, im freien Zustande reichlich in den Citronen, mit anderen Säuren auch in anderen sauren Früchten, an Kalium oder Calcium gebunden in Blättern, Wurzeln, Zwiebeln ꝛc. vieler anderen Pflanzen.

Zu den vereinzelt in Pflanzen vorkommenden organischen Säuren gehören die Ameisensäure oder Formylsäure, CH_2O_2, in den Brennhaaren der Brennnessel; Valeriansäure oder Baldriansäure, $C_5H_{10}O_2$, in den Wurzeln des Baldrians, der Angelica, *Vibŭrnum opŭlus* ꝛc.; Bernsteinsäure, $C_4H_6O_4$, in geringer Menge im Weinstock, Lattich, Wermuth; Fumarsäure, $C_4H_4O_4$, in *Fumaria, Corydălis, Glaucium*, in Flechten und manchen Pilzen; Chelidonsäure, $C_7H_4O_6$, in *Chelidonium majus;* Mekonsäure, $C_7H_4O_7$, im Milchsafte des Mohns; Aconitsäure, $C_6H_6O_6$, in *Aconītum* und *Delphinium*.

Aromatische Säuren heißt eine Gruppe von Verbindungen, welche als Abkömmlinge aromatischer Kohlenwasserstoffe betrachtet werden können, und von denen manche in der Natur fertig gebildet, besonders als Bestandtheile vieler Harze, vorkommen.

1) Benzoësäure, $C_7H_6O_2$, in geringer Menge in vielen Pflanzen verbreitet, besonders im Benzoëharz, Perubalsam und Storax.

2) Salicylsäure, $C_7H_6O_3$, in den Blüten von *Spiraea*-Arten und von *Gaultheria procŭmbens*, läßt sich künstlich durch Einwirkung von Kohlensäure auf Phenolnatrium gewinnen.

3) Die Flechtensäuren, ☞ §. 212.

4) Die Gerbsäuren oder Gerbstoffe, d. s. aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende, stickstofffreie, in Wasser und in Alkohol lösliche, nicht krystallisirbare, geruchlose, aber adstringirend schmeckende Substanzen, welche den Charakter schwacher Säuren haben (Salze bilden) und die Fähigkeit besitzen, thierische Haut zu gerben, d. h. in Leder zu verwandeln. Mit Eisenoxydsalzen geben sie dunkelgrüne oder schwarzblaue Niederschläge (Tinte). Sie sind allgemein im Pflanzenreiche verbreitet; in größter Menge finden sie sich in den Rinden und Blättern. Die wichtigsten sind:

a. Galläpfelgerbsäure, Gallusgerbsäure oder Tannin[1], $C_{14}H_{10}O_9$, in den Galläpfeln, Knoppern, im Thee und anderen Pflanzen.

b. Eichengerbsäure, in der Eichenrinde. Diese sowie die vorige geben mit Eisenoxydsalzen schwarzblaue Niederschläge.

c. Zu den eisengrünenden Gerbstoffen gehören die der Weiden-, Ulmen- und Erlenrinde, die Kastaniengerbsäure, die Catechugerbsäure im Catechu, die Kaffeegerbsäure in Blättern und Samen des Kaffeebaumes, die Chinagerbsäure in den Chinarinden ꝛc.

1) Tannum, vom französ. tanner gerben (tan Gerbstoff).

III. Pflanzenfette, auf dem Wasser schwimmende und darin unlösliche, in Aether, Benzol ꝛc. lösliche, geruch- und fast geschmacklose, ohne Zersetzung nicht flüchtige, aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff zusammengesetzte Stoffe, die auf Papier einen bleibenden, durchscheinenden Oelfleck zurücklassen. Es sind salzartige Verbindungen eigenthümlicher Fettsäuren mit Glycerin, weshalb sie auch Glyceride genannt werden. Je nach der Fettsäure, welche ein Fett enthält, heißt letzteres Stearin, Palmitin oder Olein, weil die betreffenden Säuren den Namen Stearinsäure, Palmitinsäure, Oleïnsäure führen. Die meisten natürlichen Fette sind Gemenge aus den genannten Fettarten und zum Theil freien Fettsäuren. Stearin ist ein Hauptbestandtheil der festen Fette, Palmitin findet sich außer in diesem vorwiegend in den weichen Fetten, Olein mit den beiden genannten gemengt als Hauptbestandtheil der flüssigen Fette. Dieselben Fettarten finden sich außer im pflanzlichen auch im thierischen Körper. Fett kommt in größerer oder geringerer Menge in allen Pflanzen und Pflanzentheilen vor Am reichsten sind die Samen der Oelfrüchte; so enthalten Wallnüsse 55, Rapssamen 50, Mohnsamen 45, Leinsamen 35, Hanfsamen 30 %. Geringer ist der Gehalt in den stärkereichen Samen; so finden sich z. B. in Maiskörnern 6,50, in Weizen- und Roggenkörnern und Erbsen 2,00 %. Kleine Mengen Fett kommen auch in Blättern, Stengeln, Wurzeln und Knollen vor. Diejenigen Fette, welche bei gewöhnlicher Temperatur dünnflüssig sind, heißen **fette Oele;** dazu gehören Leinöl, Hanföl, Mohnöl, Wallnußöl, Ricinusöl, Sonnenblumenöl, Baumöl oder Olivenöl, Mandelöl, Rapsöl, Rüböl, Haselnußöl, Bucheckeröl ꝛc. Fette, welche mehr oder weniger fest sind, heißen **Butter** und **Talg.** Dahin gehören: Palmöl oder Palmfett (aus den Früchten der Oelpalme), Cocosnußöl oder Cocosfett, chinesischer Talg (aus den Samen von *Stillingia*), Kakaobutter, Muscatbutter, Lorbeeröl (aus den Früchten des Lorbeerbaumes). **Wachs,** von gleichem chemischen Charakter wie die Fette, aber bei gewöhnlicher Temperatur fest, findet sich in geringer Menge allgemein verbreitet als dünner Ueberzug auf der Epidermis vieler Blätter und Früchte, in größerer Menge auf den Stämmen einiger Palmen §. 203.

IV. Aetherische oder flüchtige Oele, riechen stark, schmecken meist gewürzhaft und verflüchtigen sich in der Hitze, manche schon bei gewöhnlicher Temperatur, lassen daher auf Papier keinen Oelfleck zurück. Sie sind meist bei gewöhnlicher Temperatur tropfbarflüssig, wenige fest (Kampherarten). Die meisten sind sauerstofflos, nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzt, daher sehr brennbar. Sie geben vielen Pflanzen den eigenthümlichen Geschmack und Geruch. §. 204.

1) Sauerstofffreie ätherische Oele oder Kohlenwasserstoffe. Das wichtigste ist das Terpentinöl, $C_{10}H_{16}$, dünnflüssig, farblos, in den Nadelhölzern, wo es mit mehr oder weniger Harz gemengt als Terpentin vorkommt.

2) Sauerstoffhaltige ätherische Oele, zu denen die Mehrzahl der in den Pflanzen vorkommenden flüchtigen Oele gehört, die aber meist Gemenge mehrerer sauerstoffhaltiger oder eines sauerstofffreien mit einem sauerstoffhaltigen Oele sind. Hierher gehören: Rosenöl, Citronenöl, Wachholderöl, Rosmarinöl, Lavendelöl, Orangeblütenöl, Fenchelöl, Kümmelöl, Kamillenöl, Nelkenöl, Pfefferminzöl, Zimmtöl ꝛc. Die wichtigsten Kampherarten sind der gewöhnliche Kampher oder Japankampher von *Laurus camfora*, der Borneokampher von *Dryobalanops camfora*, und das Cumarin in den Tonkabohnen, in *Asperula odorata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Melilotus* ꝛc. Nicht fertig in der Pflanze gebildet ist das Bittermandelöl (Aldehyd der Benzoësäure, C_7H_6O), welches sich erst aus dem Amygdalin durch Einwirkung eines eiweißartigen Fermentes, des Emulsins, beim Zerstoßen und Befeuchten der bitteren Mandeln bildet.

3) Schwefelhaltige ätherische Oele, in welchen Schwefel, zum Theil auch Stickstoff enthalten ist, zeichnen sich durch scharfen, zu Thränen reizenden Geruch aus. Zu diesen gehören das Knoblauchöl oder Schwefelallyl ($C_6H_{10}S$) in den *Allium*-Arten und in vielen Cruciferen, sowie das Senföl oder Schwefelcyanallyl (C_4H_5NS), welches aber erst beim Befeuchten der zerstoßenen Samen entsteht durch Einwirkung eines eiweißartigen Fermentes, des Myrosins, auf die in den Samen enthaltene Myronsäure.

§. 205. **V. Harze,** von den ätherischen Oelen, als deren Oxydationsprodukte sie meist betrachtet werden, durch Sauerstoffgehalt und Nichtflüchtigkeit unterschieden, lösen sich nicht wie Gummiarten in Wasser, aber meist leicht in Weingeist und Oelen auf, kommen bei vielen Pflanzen und in den verschiedensten Pflanzentheilen vor, aber nie rein, sondern meist mit flüchtigen Oelen gemengt. 1) **Hartharze,** bei gewöhnlicher Temperatur spröde und fest: Fichtenharz, vom flüchtigen Oele befreit das Geigenharz oder Kolophonium, dagegen mit größerer Menge ätherischen Oels den Terpentin bildend, Mastix, Copal, Dammarharz, Guajakharz, Gummilack, Elemiharz, Copaivabalsam, Perubalsam, Tolubalsam, Storax, Benzoë, Drachenblut ꝛc. 2) **Gummiharze, Schleimharze,** sind Verbindungen von Harzen oder flüchtigen Oelen mit Gummiarten und deshalb flüssig oder weich: Weihrauch, Myrrhe, Asand, Gummigutt, Euphorbienharz, Ammoniakgummi. 3) **Kautschuk, Federharz** (gummi elasticum), nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehend, der eingetrocknete und dann elastische Milchsaft, besonders derjenige mehrerer tropischen Bäume. Das bei gewöhnlicher Temperatur harte Guttapercha ist ebenfalls ein eingetrockneter Milchsaft.

§. 206. **VI. Glykoside**[1], nicht flüchtige, krystallisirbare, in Wasser lösliche, mit wenigen Ausnahmen neutrale, meist bitter schmeckende, geruch- und farblose Substanzen, die bei Einwirkung gewisser Fermente oder beim Kochen mit verdünnten Säuren oder Alkalien unter Aufnahme von Wasser durch Spaltung Zucker (Glykose) liefern. Sie finden sich vorwiegend in Rinden und Wurzeln zahlreicher Pflanzen.

1) Stickstoffhaltige Glykoside. Hierher gehören: das Amygdalin in den bitteren (nicht in den süßen) Mandeln, sowie in den Samen, Blättern und Rinden anderer Amygdalaceen, welches, wenn es mit dem in bitteren und süßen Mandeln enthaltenen stickstoffhaltigen Ferment, Emulsin, in Berührung kommt, sich spaltet in Bittermandelöl, Blausäure und Traubenzucker, ferner die Myronsäure im Senfsamen, welche schwefel- und stickstoffhaltig ist, den Charakter einer Säure hat und mit dem im Senf enthaltenen Ferment, Myrosin, in Senföl und Zucker zerfällt, sowie das Solanin, eine giftige organische Base in allen *Solānum*-Arten.

2) Stickstofffreie Glykoside. Die wichtigsten sind: das Salicin oder Weidenbitter in der Rinde der Weidenarten, welches durch Oxydation in Salicylaldehyd (das flüchtige Oel der *Spiraea*-Arten) und weiter in Salicylsäure übergeht, das Populin in den Pappelrinden, das Phloridzin in der Rinde der Obstbäume, Aesculin in der Roßkastanie, Fraxinin in der Esche, Quercitrin in der Färbereiche, Digitalin, der giftige Bestandtheil von *Digitālis*. Glycyrrhizin in der Süßholzwurzel, Enzianbitter in der Enzianwurzel, Lupinin in den Lupinen, Coniferin, besonders im Cambium der Nadelhölzer, welches durch Einwirkung von Fermenten in Zucker und Coniferylalkohol sich spaltet; letzterer giebt durch Oxydation das Aldehyd Vanillin, den aromatischen Bestandtheil der Vanille, der daher künstlich aus Coniferin sich darstellen läßt.

§. 207. **VII. Bittere Extractivstoffe** oder **Bitterstoffe,** der gemeinsame Name für alle, wie die vorigen aus Pflanzen durch Wasser oder Weingeist ausziehbare, krystallinische, neutrale, bitter schmeckende Stoffe, die keinen Zucker liefern und die bis jetzt in keine der übrigen chemischen Gruppen sich einordnen lassen, wie Hopfenbitter oder Lupulin, Quassienbitter, Aloëbitter oder Aloïn, Wermuthbitter oder Absynthiin, Santonin ꝛc.

§. 208. **VIII. Pflanzenbasen** oder **Alkaloïde** enthalten Kohlen-, Sauer-, Wasser- und Stickstoff, reagiren alkalisch, sind in der Pflanze mit Säuren zu Salzen verbunden und durch ihre meist heftige Wirkung auf den thierischen Organismus ausgezeichnet, das wirkende Princip vieler Arznei- und Giftpflanzen. Flüssig, flüchtig und sauerstofffrei sind Coniin (im Schierling), Nicotin (im Tabak). Die meisten sind fest, krystallisirbar und sauerstoffhaltig. Zu diesen gehören die Alkaloide des Opiums, nämlich Morphin oder Morphium, Codeïn, Thebaïn, Papaverin, Narcotin und Narceïn, die Alkaloide der Chinarinden, und zwar Chinin, Cinchonin,

1) Zusammengesetzt aus γλυκύς süß, Zucker und εἶδος Ansehen, Aehnlichkeit.

Chinodin und Cinchonidin, ferner Coffeïn oder Theïn (im Kaffee, Thee und Paraguaythee), Theobromin (in den Kakaobohnen), Strychnin und Brucin (in den Früchten von *Strychnos*), Atropin oder Daturin (in *Atropa* und *Datura*), Hyoscyamin (in *Hyoscyamus*), Colchicin (in *Colchicum*), Veratrin (in *Veratrum*), Aconitin (in *Aconitum*) ꝛc.

IX. Eiweißstoffe, Proteïnstoffe oder **Albuminate,** mit den gleichnamigen Substanzen im thierischen Organismus übereinstimmende, stickstoff- und schwefelhaltige, nicht flüchtige, meist nicht krystallinische, indifferente, d. h. weder saure noch basische organische Verbindungen. Sie kommen in allen Pflanzen vor, sind hauptsächlich die Bestandtheile des Protoplasmas, der Zellkerne, der Chlorophyllkörner, der Aleuronkörner und der Krystalloide, kommen aber auch gelöst in Pflanzensäften vor, und ihre Menge bedingt den Grad der Nahrhaftigkeit der Pflanzenstoffe für den thierischen Organismus. Der Gehalt an Eiweißstoffen beträgt in Lupinensamen 35,3, in Futterwicken 27,9, in Erbsen 22,7, in Weizenkörnern 13,0, Roggenkörnern 11,0, Gerste- und Maiskörnern 10,0, Haferkörnern 9,8, im Erbsenstroh 6,5, im Roggenstroh 3,0, in Kartoffelknollen 2,0, in Runkelrüben 1,0, im Rothklee 3,4, im Wiesengras 3,0, im Baumlaub 4,0 %. Die Albuminate sind sehr complicirte Verbindungen, die als wesentliche Bestandtheile Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel enthalten; außerdem sind sie im lebenden Körper mit phosphorsauren Salzen so innig verbunden, daß sie sich schwer von diesen befreien lassen; Phosphorsäure ist zur Bildung derselben unbedingt nothwendig. Ihre chemische Constitution ist nicht genügend ergründet. Wir unterscheiden: §. 209.

1) Pflanzeneiweiß oder Albumin, in reinem Wasser löslich, beim Erhitzen oder Ansäuern in Flocken aus der Lösung sich abscheidend, in allen Pflanzensäften verbreitet, besonders in den lebensthätigen Organen; in fester, aber löslicher Form mit andern Proteïnstoffen gemengt in den Samen.

2) Kleberproteïnstoffe, ein Gemenge von drei verschiedenen Verbindungen, in ihrem vereinigten Vorkommen den Kleber, besonders in den Getreidekörnern, darstellend, im Wasser unlöslich, aber zähe schleimige Massen bildend, löslich in Weingeist oder in angesäuertem oder alkalischem Wasser. Wenn man aus dem Kleber das in Alkohol unlösliche Gluten-Caseïn[1] oder den Kleberkäsestoff (3) abscheidet, so bleiben in der Lösung die drei Kleberproteïnstoffe, und zwar das Glutenfibrin oder Pflanzenfibrin, das beim Erkalten der alkoholigen Lösung sich abscheidet, und die hierbei gelöst bleibenden Gliadin[2] oder Pflanzenleim und das Mucedin[3], die sehr ähnlich sind und sich schwer trennen lassen. In dem Kleber der verschiedenen Getreidekörner sind diese Verbindungen in ungleichen Mengen enthalten.

3) Pflanzencaseïne oder Käsestoffe, unlöslich in Wasser und Alkohol, löslich in verdünnter Kalilauge und in Lösungen phosphorsaurer Salze, durch Säuren aus der Lösung in käsigen Flocken sich abscheidend, enthalten stets Phosphorsäure als wesentlichen Bestandtheil, finden sich in den Samen und bilden, zum Theil mit den vorigen, die Hauptmasse der Aleuronkörner (§. 37.). Von den Caseïnen giebt es mehrere Arten, besonders das Legumin in den Samen der Leguminosen, das oben erwähnte Gluten-Caseïn in den Getreidekörnern. Die Caseïne sind vielleicht nicht fertig in den Pflanzen gebildet, sondern Zersetzungsprodukte gewisser Eiweißkörper, die als Globuline bezeichnet werden.

X. Amidverbindungen, stickstoffhaltige, aber nicht zu den Eiweißstoffen gehörige, krystallisirbare Körper, welche chemisch als Säurederivate, in welche die Amidgruppe NH_2 eingetreten ist, betrachtet werden können. In den Pflanzen sind mehrere derselben sehr verbreitet; sie treten in den Zellsäften gelöst auf und stehen in naher Beziehung zu den Eiweißstoffen, indem sie meist durch Umwandlung von solchen entstehen und auch wieder in solche zurückverwandelt werden. Die wichtigsten sind: §. 210.

1) Asparagin[4], $C_4H_8N_2O_3$, das Amid der Asparaginsäure, findet sich reichlich in den Keimpflanzen und in jungen Sprossen (im Spargel und vielen anderen Pflanzen), besonders beim Wachsen im Dunkeln.

1) Von gluten Leim und caseus Käse. 2) von γλία Leim. 3) von mucēre kahmig, schimmelig sein. 4) von asparāgus Spargel, weil in diesem viel Asparagin enthalten ist.

2) Leucin[1], $C_6H_{13}NO_2$, ein Zersetzungsprodukt thierischer Eiweißkörper, in Wickenkeimlingen und in Kartoffelknollen neben Asparagin.

3) Tyrosin[2], $C_9H_{11}NO_3$, in Begleitung des Leucins.

§. 211. **XI. Fermente,** in geringer Menge in Pflanzensäften enthaltene, stickstoffhaltige, lösliche, mit den Eiweißstoffen nahe verwandte Verbindungen, welche die Fähigkeit haben, gewisse organische Stoffe durch Spaltung in einfachere Produkte zu verlegen, ohne dabei selbst sich zu verändern. Hierher gehören:

1) Die stärkeumbildenden oder diastatischen Fermente. In den stärkemehlreichen Samen findet sich Diastase[3], deren Bildung aus Eiweißstoffen während der Keimung zunimmt; sie vermag Stärkemehl aufzulösen, d. h. unter Wasseraufnahme in Dextrin und Zucker zu spalten. Auch in Kartoffeln, in Rüben, in den Knospen der Bäume, überall, wo Auflösung von Stärkekörnern in den Pflanzen erfolgt, sind solche Fermente vorhanden

2) Emulsin[4] in den Mandeln, welches Amygdalin und andere Glykoside zu spalten vermag in Zucker und ätherische Oele (§. 204.).

3) Myrosin[5] in den Senfsamen, spaltet die Myrosinsäure in Zucker und Senföl (§. 204.).

4) Pepsin[6] oder dasjenige Ferment, welches Eiweißstoffe in lösliche, leicht diosmirende Verbindungen, Peptone, umwandelt, also im thierischen Körper bei der Verdauung der Eiweißstoffe die wichtigste Rolle spielt. Auch in verschiedenen Pflanzensäften, besonders aber in gewissen abgesonderten Säften der sogenannten insektenfressenden Pflanzen (*Nepenthes*, *Drosera*, *Dionaea*), bei denen diese Säfte die Weichtheile gefangener Insekten aufzulösen vermögen.

§. 212. **XII. Farbstoffe,** worunter man im weitesten Sinne alle farbigen Substanzen der Pflanze versteht, die jedoch ihrer chemischen Natur nach sehr mannichfaltig und ungenau bekannt sind

1) Am wichtigsten und weitesten verbreitet im Pflanzenreiche ist das **Chlorophyll**[7] oder **Blattgrün,** der grüne Farbstoff der Pflanzen. Er ist überall an das Protoplasma, gewöhnlich an geformte Körper, meist an Körner gebunden (Chlorophyllkörner ☞ §. 35.). Aus diesen ist er ausziehbar durch Alkohol, Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, ätherische und fette Oele als grüne Lösung, die im auffallenden Lichte roth fluorescirt, und vom Spectrum des durchgehenden Sonnenlichtes bestimmte Strahlen absorbirt; es verschwinden nämlich in mäßig verdünnter Lösung alle violetten und blauen Strahlen und im Roth bis Grün entstehen vier Absorptionsstreifen, von denen selbst in verdünnten Lösungen der erste im Roth sichtbar bleibt.

Die chemische Constitution des Chlorophylls ist noch unbekannt. Fremy erhielt durch Schütteln der grünen alkoholigen Chlorophyllösung mit Aether und Salzsäure in der unten stehenden Salzsäure einen blaugrünen Farbstoff (Phyllocyanin[8]), in der oben stehenden Aetherschicht einen gelben (Phylloxanthin[9] oder Xanthophyll[9]). Da eine alkoholige Chlorophyllösung reich an Kali ist und mit Barytwasser einen grünen Niederschlag giebt, aus dem sich wieder die Kaliverbindung gewinnen läßt, welche spectroskopisch wie eine alkoholige Chlorophyllösung sich verhält, so hält Fremy das Phyllocyanin für eine Säure, Phyllocyansäure[8]), deren Kalisalz mit dem Phylloxanthin gemengt sei. Kraus gewann aus alkoholiger Chlorophyllösung durch Schütteln mit Benzol in dem unten stehenden Alkohol das gelbe Xanthophyll, in der obenschwimmenden Benzollösung den blaugrünen Farbstoff, den er Cyanophyll[8]) nennt. Da aber das Cyanophyll in den optischen Eigenschaften mit dem Chlorophyll übereinstimmt, so hält Wiesner dasselbe für das reine Chlorophyll und nennt sein Gemenge mit dem gelben Xanthophyll Rohchlorophyll. Sachse erhielt das Chlorophyll mittelst Benzin aus Petroleum, aus welcher Lösung es sich auf Zusatz von Natrium nach einiger Zeit als Niederschlag abscheidet, der sich in Alkohol wieder als grüner, stark fluorescirender Farbstoff löst. Dieser ist zusammengesetzt aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Asche, welche vorzugsweise natriumhaltig ist und Phosphorsäure, Magnesia, aber kein Eisen enthält. Durch Salzsäure wird dieser Farbstoff zersetzt und geht in einen gelben über, der nicht mehr fluorescirt und aus der Lösung sich als ein dunkelgrüner bis fast schwarzer ölartiger, ebenfalls stickstoffhaltiger Körper niederschlägt, den Sachse mit dem von Fremy in anderem Sinne gebrauchten Namen Phyllocyanin belegt. Pringsheim nennt einen

---

1) Von λευκός weiß. 2) von τυρός Käse. 3) διάστασις Spaltung, weil sie Stärkemehl in andere Körper spaltet. 4) von emulgēre ausmelken. 5) von μύρον riechender Saft oder Oel. 6) von πέψις Verdauung. 7) zusammengesetzt aus χλωρός grün und φύλλον Blatt. 8) zusammengesetzt aus φύλλον Blatt und κυανός dunkelblau. 9) zusammengesetzt aus φύλλον Blatt und ξανθός gelb.

§. 212.

Körper, den man durch Salzsäure aus den Chlorophyllkörnern in Form blattiger, brauner bis schwarzgrüner Tropfen oder Fäden abscheiden kann, Hypochlorin[1], betrachtet ihn aber nicht als vom Chlorophyll abstammend. Es läßt sich jedoch nachweisen, daß derselbe ein Zersetzungsprodukt des Chlorophylls ist, indem dieses gleichzeitig zerstört wird und das Hypochlorin auch aus dem mittelst Alkohol ausgezogenen Chlorophyll sich als ein amorpher oder krystallinischer Körper darstellen läßt. Endlich erhielt Hoppe-Seyler aus einer heißen alkoholigen Lösung des Chlorophylls einen krystallinischen rothen Farbstoff, Erythrophyll[2], und aus der zurückbleibenden Lösung einen krystallisirenden dunkelgrünen oder braunen Farbstoff, Chlorophyllan, welches in den optischen Eigenschaften fast mit dem Chlorophyll übereinstimmt und außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickstoff und geringe Mengen Phosphor und Magnesium enthält. Das Erythrophyll entsteht aber nur bei Anwesenheit sehr verdünnter Säure und es ist daher wahrscheinlich, daß auch diese beiden Körper Zersetzungsprodukte des Chlorophylls sind. Es kann als gewiß gelten, daß das Xanthophyll, das Sachse'sche Phyllocyanin, das Hypochlorin und das Chlorophyllan nahezu identische Umsetzungsprodukte des Chlorophylls sind, die aber chemisch dem letzteren ziemlich nahe stehen und auch in ihrem Spectrum diesem ähnlich sind. Das natürliche Chlorophyll ist daher wahrscheinlich ein stickstoffhaltiger Körper und enthält vielleicht auch eine geringe Menge Eisen, welches nicht als Eisensalz, sondern in organischer Verbindung darin enthalten zu sein scheint. Durch Einwirkung intensiven Lichtes wird das Chlorophyll in alkoholiger Lösung, aber auch in der lebenden Pflanze, und zwar durch Sauerstoffaufnahme zersetzt und verliert seine grüne Farbe.

Der gelbe Farbstoff im Dunkel wachsender etiolirter Pflanzen, das Etiolin, welches beim Ergrünen der Pflanzen am Lichte in Chlorophyll übergeht, zeigt in sehr dicken Schichten dasselbe Spectrum und dieselbe Fluorescenz wie das Chlorophyll, scheint auch wie dieses Eisen in organischer Verbindung zu enthalten und würde dann eine Modification desselben sein.

Der gelbe Farbstoff, welchen Blätter und Pflanzen bei der herbstlichen Entfärbung, sowie beim Absterben aus anderen Ursachen, wie beim Versetzen ins Dunkele, bei mangelhafter Ernährung und verschiedenen Krankheiten enthalten, ist mit dem Xanthophyll identisch, entsteht auch unter denselben Bedingungen und in gleicher Weise wie jene künstlichen Zersetzungsprodukte, indem das Chlorophyll sich gelb färbt infolge der Einwirkung der in den absterbenden Zellen enthaltenen sauren Zellsäfte. Indem hier zugleich eine Auflösung der Chlorophyllkörner stattfindet, sondert sich das Xanthophyll in Form gelber blattiger Tropfen ab, die zuletzt in den Zellen allein übrig bleiben.

2) **Algenfarbstoffe.** In manchen Algen kommen mit dem Chlorophyll gemengt noch andere Farbstoffe vor. Der blaugrüne Farbstoff (Phycochrom[3]) der Phycochromaceen (§. 36.) und der von ihnen abzuleitenden Flechtengonidien (§. 180.) ist ein Gemenge von Chlorophyll mit Phycocyan[4], d. i. ein durch Wasser ausziehbarer blaugrüner Farbstoff, welcher rothe Fluorescenz und einen einzigen Absorptionsstreifen im Roth zeigt, meistens auch mit einem Antheil von Phycoerythrin (s. unten). In den Florideen (§. 159.) ist mit dem Chlorophyll gemengt das Phycoerythrin[5] vorhanden, ein rosenrother, durch Wasser ausziehbarer Farbstoff, welcher orangegelbe Fluorescenz zeigt und dessen Spectrum im wesentlichen mit dem des Florideenchlorophylls übereinstimmt, daher eine Modification des Chlorophylls zu sein scheint. Der den Fucoideen (§. 161) und Diatomaceen eigene braune Farbstoff ist ein Gemenge von Chlorophyll mit einem durch verdünnten Alkohol ausziehbaren braungelben Farbstoff, Phycoxanthin[6], welcher keine Fluorescenz und eine starke Absorption im Blau, aber keinen deutlichen Streifen im Roth des Spectrums zeigt.

3) **Die Farbstoffe der Blüten und Früchte** sind theils vom Chlorophyll unabhängig, theils Umwandlungen dieses. Viele Blumenblätter, manche beerenartigen Früchte (Kirschen, Pflaumen, Weinbeeren, Heidelbeeren), aber auch viele vegetative Organe enthalten im Zellensafte gelöst einen blauen oder violetten, bei Anwesenheit freier Säure rothen Farbstoff, Anthocyan[7]. Der gelbe bis hochrothe Farbstoff der Blüten und mancher reifen Früchte, Anthoxanthin[8], ist selten im Zellsafte gelöst, gewöhnlich an körnige Protoplasmagebilde, die meist aus Chlorophyllkörnern entstehen, gebunden und in Alkohol löslich; die Lösung zeigt in ihren Absorptionsverhältnissen Aehnlichkeit mit dem Chlorophyll.

---

1) Zusammengesetzt aus ὑπό unter und χλωρός grün. 2) zusammengesetzt aus ἐρυθρός roth und φύλλον Blatt. 3) ☞ Seite 66, Note 6. 4) ☞ Seite 66, Note 7. 5) ☞ Seite 66 Note 5. 6) ☞ Seite 66, Note 1. 7) ☞ Seite 70, Note 1. 8) Seite 67, Note 1.

4) **Wurzelfarbſtoffe.** In manchen Pflanzenwurzeln finden ſich harzähnliche ſtickſtofffreie Stoffe von gelber oder rother Farbe, ſo das Curcumin in der Wurzel des Curcuma-Ingbers, das Alkannaroth in der Alkanna-Wurzel. Hierher gehört auch das Krapproth oder Alizarin, welches aus dem in der Wurzel der Färberröthe enthaltenen Glykoſid Ruberythrinſäure durch Spaltung entſteht, neuerdings auch künſtlich dargeſtellt wird aus Steinkohlentheeröl.

5) **Rindenfarbſtoffe** oder **Phlobaphene**[1], braunrothe, in den Zellmembranen der Borke der Bäume abgelagerte, in Alkohol und Alkalien lösliche Verbindungen, welche wahrſcheinlich durch Zerſetzung von Gerbſäuren entſtehen, weil ſich aus letzteren auch künſtlich derartige Farbſtoffe erzeugen laſſen. Hierher gehört z. B. das gelbe Quercitrin in der Quercitronrinde der Färbereiche, das aus der Eichengerbſäure entſtehende Eichenroth, das aus der Chinagerbſäure ſich bildende Chinaroth ꝛc.

6) **Farbſtoffe der Hölzer.** In manchen Hölzern, beſonders in den Farbehölzern tropiſcher Bäume finden ſich in den Zellmembranen abgelagert farbige ſtickſtofffreie Verbindungen, welche mit Aether extrahirt und dann in kryſtalliniſcher Form erhalten werden können; ſo das Braſilin im Rothholz, das Haematoxylin im Campechenholz, das Santalin im rothen Sandelholz, das Morin im Gelbholz ꝛc.

7) In den Pflanzen nicht fertig gebildete Farbſtoffe. Mehrere vegetabiliſche Farbſtoffe entſtehen erſt bei geeigneter Behandlung aus gewiſſen in der Pflanze enthaltenen farbloſen Verbindungen.

a Flechtenſäuren, d. ſ. in vielen Flechten enthaltene farbloſe, kryſtalliſirbare aromatiſche Säuren (deren es verſchiedene giebt, wie Lecanorſäure oder Orſellſäure, Roccellſäure, Evernſäure, Usninſäure ꝛc.), die ſich bei Behandlung mit Alkalien in Kohlenſäure und Orcin ($C_7 H_8 O_2$) ſpalten, das durch Einwirkung von Ammoniak und Luft in einen rothen Farbſtoff Orceïn übergeht, der den Hauptbeſtandtheil der Orſeille und des Perſio bildet. Wahrſcheinlich ein Oxydationsprodukt des Orceïns iſt der Lakmus genannte blaue Flechtenfarbſtoff.

b. Chromogene[2], d. ſ. farbloſe Verbindungen, welche durch Gährung oder durch Oxydation in Farbſtoffe übergehen. Das wichtigſte iſt das Indican, ein farbloſes Glykoſid, welches in *Indigofera*-Arten, in der Waidpflanze und in einigen anderen Pflanzen enthalten iſt; es ſpaltet ſich beim Kochen mit verdünnten Säuren oder durch Einwirkung von Fermenten in einen zuckerähnlichen Körper, Indigglucin, und in Indigblau, welches den Hauptbeſtandtheil des Indigos darſtellt. Künſtlich wird das letztere neuerdings aus Derivaten der Zimmtſäure, die man aus Steinkohlentheer erhalten kann, gewonnen.

II. Von den phyſikaliſchen Eigenſchaften der Pflanzen.

1. Molecularſtructur und Imbibitionsfähigkeit der organiſirten Gebilde.

§. 213. Alle organiſirten Beſtandtheile der Zellen, insbeſondere die Zellmembran, das Protoplasma, die Stärkekörner ꝛc., müſſen aus kleinſten feſten Theilchen, Micellen[3], beſtehen, welche von Waſſerhüllen, deren Dicke wechſelnd iſt, umgeben ſind, und zwiſchen Micellen und Waſſer beſteht größere Anziehung als zwiſchen den Micellen untereinander. Dieſe Fähigkeit der organiſirten Gebilde, Waſſer zwiſchen ihre kleinſten Theile einzulagern, welche den unorganiſirten Körpern fehlt, wird Imbibition[4] genannt und ſie iſt es eben, welche die Annahme der Exiſtenz jener Molecularſtructur fordert. Im lebenden Zuſtande ſind alle organiſirten Gebilde mit Waſſer imbibirt, und dieſer Zuſtand iſt eine Lebensbedingung; nur in den trockenen Samen iſt das Imbibitionswaſſer verſchwunden, hier keine Störung der Lebensfähigkeit, wohl aber Lebensruhe bedingend.

---

1) Zuſammengeſetzt aus φλόος Rinde und βαφή Färbung. 2) zuſammengeſetzt aus χρῶμα Farbe und γένος Entſtehung. 3) Diminutiv von mica Krümchen, kleines Theilchen. 4) von imbibĕre einſaugen.

Auf einer ungleichen Imbibition, also auf ungleich dicken Wasserhüllen um die Micellen in abwechselnden Schichten oder Streifen beruht bei den Stärkekörnern und Zellmembranen die Schichtung und Streifung (§. 30.), indem diese durch den Wechsel wasserärmerer und wasserreicherer Schichten zustande kommen; denn beim Austrocknen oder bei Wasserentziehung durch chemische Mittel verschwinden Schichtung und Streifung.

Das Protoplasma ist meist reichlich mit Wasser imbibirt, daher von leimartiger Consistenz. Doch hat es immer an allen seinen Oberflächen, also sowohl gegen die Zellhaut, als auch gegen den Zellsaft, desgleichen gegen umspülendes Wasser, sobald Theile vom Protoplasma aus der Zelle herausgetreten sind, die Beschaffenheit einer Schicht dichterer Substanz, die Hautschicht, Plasmamembran oder das Hyaloplasma[1].

Durch die Imbibition werden auch noch andere physikalische Veränderungen bedingt. Hierher gehören erstens Dimensionsänderungen, indem die Aufnahme von Wasser eine Quellung, die Abgabe von Imbibitionswasser eine Zusammenziehung zur Folge hat. Zellen mit verdickten Membranen, wie Holz-, Sclerenchym- und Collenchymzellen, zeigen besonders starke Quellung, die hier in verschiedenen Richtungen ungleich ist. Am meisten dehnt sich das Holz aus in peripherischer Richtung, schwächer in radialer, am schwächsten in longitudinaler Richtung, das der Fichte z. B. nach den Verhältnissen 6,18 : 2,41 : 0,076. Stämme, welche austrocknen, bekommen daher radiale Längsspalten, die sich bei Wasseraufnahme wieder schließen. Die Größe der Dimensionszunahme hängt von der Menge des durch Imbibition aufgenommenen Wassers ab. So nehmen die zu Gallert oder Schleim aufquellenden Zellmembranen (§. 26.) vieler Nostochaceen und Palmellaceen auf 1 Gewichtstheil fester Substanz 200 und mehr Gewichtstheile Wasser auf, während Stärkekörner nur $^2/_5$ bis $^1/_2$, Holzwandmasse ca. $^1/_3$ ihres Gewichtes Wasser imbibiren.

Durch die mächtige Anziehung zwischen den Micellen und dem Wasser wird lebendige Kraft erzeugt, die nach den Druckwirkungen, die dadurch zustande kommen, zu bemessen ist. So bei der Quellung des Holzes, beim Quellen der Samen, mit deren Hülfe man Schädel auseinander sprengen kann, sowie bei *Laminaria*, welche selbst bei 40 Atmosphären Druck noch eine erhebliche Quellung zeigt.

Mit der Imbibition ist auch Wärmebildung verbunden, weil dabei Verdichtung von Wasser stattfindet. Bei der Quellung der Samen tritt das besonders merklich hervor.

Im trocknen Zustande sind imbibitionsfähige Körper spröde und brüchig, mit dem Aufquellen nimmt ihre Biegsamkeit und Dehnbarkeit zu, aber die Elasticität, Zug- und Druckfestigkeit (s. unten) ab.

2. Diosmose und Turgor der Pflanzenzellen.

§. 214. Außer Wasser werden auch wässerige Lösungen von den organisirten Bestandtheilen der Zellen imbibirt. Es beruhen hierauf die Aufnahme und Ausgabe gelöster Stoffe seitens der Zellen, Processe, welche die Physik auch an leblosen Körpern unter der Bezeichnung Diosmose[2] kennt. Die hier als bekannt vorausgesetzten physikalischen Gesetze der Diosmose finden auch an den Pflanzenzellen statt, sobald ein Stoff befähigt ist zur diosmotischen Durchwanderung der Bestandtheile der Zelle. Aber die letzteren zeigen einer und derselben Flüssigkeit gegenüber nicht immer gleiches diosmotisches Verhalten. Schon für den Durchtritt von Wasser sind die verschiedenen Zellmembranen ungleich geeignet; insbesondere sind dies die cuticularisirten und verkorkten (§. 31.) Membranen in viel schwächerem Grade als die anderen. Ferner werden viele Lösungen, z. B. diejenigen von Farbstoffen, zwar in die Zellhaut, aber nicht ins Protoplasma aufgenommen und können nur in den Zellmembranen ihren Weg in und durch die Pflanze nehmen, ohne ins Protoplasma einzutreten. Die hierbei osmotisch bestimmend wirkende Schicht des Protoplasmas ist das Hyaloplasmahäutchen (§. 213.), denn Farbstoffe dringen eben schon in diese Schicht nicht ein. Und da das Protoplasma auch

1) Von ὕαλος hell, durchsichtig. 2) zusammengesetzt aus διά durch und ὄζω riechen.

§. 214. nach innen, gegen den Zellsaft, sowie gegen alle in ihm vorhandenen Safträume durch ein Hyaloplasma abgegrenzt ist (Fig. 616.), so stehen auch die im Zellsafte gelösten Stoffe unter den osmotischen Wirkungen des Protoplasmas. Deshalb werden z. B. auch Farbstoffe, wenn solche im Zellsafte aufgelöst enthalten sind, vom Protoplasma nicht aufgenommen und nicht durch sich hindurchgelassen, solange die Zelle am Leben ist. Desgleichen ist es sicher, daß bei manchen Zellen eine im Zellsaft aufgelöste Säure von dem Protoplasma, welches einen solchen Zellsaft umschließt, im lebenskräftigen Zustande nicht imbibirt wird. Ebenso ist anzunehmen, daß das Hyaloplasma befähigt sein wird, umgekehrt gewissen im Protoplasma enthaltenen Lösungen die Diffusion nach dem Zellsaft oder nach der Zellmembran hin zu verwehren. Hingegen werden Stoffe, welche von der Plasmamembran aufgenommen werden, auch zwischen dem Zellsaft und dem Protoplasma sowie der Umgebung der Zelle ausgetauscht werden. Zu diesen gehört jedenfalls Wasser. Sind daher im Zellsafte und in den Vacuolen des Protoplasmas osmotisch wirksame Stoffe aufgelöst, so tritt beim Einlegen der Zelle in reines Wasser Aufnahme von Wasser ein: dies macht sich durch Anschwellen des Zellsaftes (Entstehung hydrostatischen Druckes) bemerkbar, was bis zur Zersprengung der umhüllenden Plasmaschicht, besonders an Vacuolen, fortschreiten kann. Wird dagegen umgekehrt eine solche Zelle in eine concentrirte Lösung gebracht, so unterbleibt diese Erscheinung oder es tritt sogar ein Theil des Wassers des Zellsaftes durch das Protoplasma hinaus, und der Saftraum und das ihn umhüllende Protoplasma schrumpfen bis zu einem gewissen Grade zusammen (Plasmolyse). Vermöge der Fähigkeit des Hyaloplasmahäutchens, bestimmte Stoffe an der Diffusion zu hindern, entscheidet das Protoplasma nicht bloß darüber, ob ein Stoff ins Innere der Zelle gelangt, sondern vermag es auch bestimmte Stoffe in der Zelle zurückzuhalten.

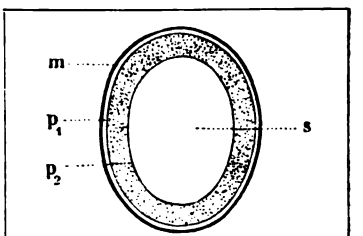


Fig. 616.
Schematische Darstellung einer endosmotisch wirksamen Zelle. m die Zellmembran. p_1 äußere, p_2 innere Hyaloplasmaschicht des Protoplasmas. s Saftraum.

Ist für einen Körper die Zellhaut und die Plasmamembran durchdringbar, so wird von demselben soviel aufgenommen, bis ein Gleichgewichtszustand in den Concentrationsverhältnissen dieses Körpers außerhalb und innerhalb der Zelle hergestellt ist. Denken wir uns aber, daß der aufgenommene Körper alsbald Umwandelungen in der Zelle erfährt oder diosmotisch nach anderen Zellen fortgeleitet wird, so wird ebensolange jener Gleichgewichtszustand nicht erreicht und nach und nach eine relativ große Menge von dem betreffenden Körper aufgenommen werden.

Durch die wasseranziehenden Wirkungen, welche nach den diosmotischen Gesetzen die im Zellsafte und im Protoplasma gelösten Stoffe im Contact mit den angrenzenden Plasmamembranen geltend machen, wird ein hydrostatischer Druck auf die Plasmamembran erzeugt, und dieser Druck überträgt sich natürlich auch auf die der Plasmamembran auswendig angrenzende und ihr als Widerlage dienende Zellhaut. Dadurch wird letztere ebenfalls gedehnt, und die Spannung, welche auf diese Weise zwischen der Zellhaut und dem Inhalte der Zelle entsteht und die Zelle straff macht, heißt der Turgor[1] oder die Turgescenz[1]. Unter den Stoffen des Zellsaftes leisten hierbei am meisten die leicht diffundirenden, wie Salze und freie Säuern. Das Maximum der Turgescenz wird offenbar durch Einlegen der Zelle in reines Wasser zustande kommen, während verdünnte Lösungen um so weniger den Turgor erhöhen, je concentrirter sie sind, und von einem gewissen Concentrationsgrade an denselben aufheben, indem dann ein Theil des Zellsaftwassers osmotisch nach außen tritt, was das Aufhören des hydrostatischen Druckes zur Folge hat.

1) Von turgēre strotzen.

3. Festigung der Pflanze.

§. 215. Den von außen auf die Pflanze einwirkenden mechanischen Kräften, welche ein Zerreißen, Zerbrechen und Zerquetschen zu bewirken streben, leistet dieselbe Widerstand durch eine gewisse Zug-, Biegungs- und Druckfestigkeit. Zur Erzielung dieser Festigkeiten bedarf es immer des Vorhandenseins der Zellmembranen, denn Pflanzenkörper ohne solche, wie die nur aus Protoplasma bestehenden schleimigen oder rahmartigen Plasmodien der Myxomyceten (s. 196.) ermangeln jener Festigkeiten gänzlich. Bei Pflanzentheilen, in denen große Zellwandmassen vorhanden sind (Baumstämme und -zweige, viele Stengel ꝛc.) reicht die Masse der Zellwände hin, um den Körper fest zu machen. Bei anderen Theilen wird dies hauptsächlich durch den Turgor der Zellen (§. 214.) erzielt; dahin gehören alle diejenigen, welche bei Wasserverlust, der eben den Turgor aufhebt, welk werden. In der That vermag der Turgor der einzelnen Zellen den ganzen Pflanzentheil zu festigen, ebenso wie eine mit Wasser vollgepreßte Thierblase straff wird.

Das Princip durch Zellwandmasse die Festigung der Pflanzentheile zu erzielen, erheischt die Bildung dickwandiger Zellen. Gewöhnlich ist dabei nicht so verfahren, daß sämmtliche Zellen eines Pflanzentheils mit dicken Membranen ausgestattet sind, sondern die Functionen sind unter die einzelnen Zellen so vertheilt, daß nur einige, aber diese mehr oder weniger ausschließlich als Festigungselemente fungiren, indem ihre Membranen sehr stark, oft bis aufs äußerste verdickt werden, so daß der Innenraum der Zelle auf ein Minimum reducirt wird und eine solche Zelle eben deshalb zu jeder anderen Lebensfunction so gut wie gänzlich untauglich wird. Dagegen sind die anderen Zellen nicht als mechanische Elemente construirt und eben weil sie deshalb eine dünne Membran und weiten Innenraum haben zur Organisation des Zellinhaltes und somit zu den anderen eigentlichen Lebensfunctionen befähigt, indem sie entweder Chlorophyllkörner bilden und als Assimilationsorgane arbeiten oder der Leitung von plastischen Stoffen dienen ꝛc. Dem Zerreißen oder dem Zerquetschen aber, gegen welches solche Gewebe für sich allein nicht gefestigt sein würden, wird durch den Verband mit jenen mechanischen Gewebeelementen vorgebeugt. In der Vertheilung der letzteren in den Pflanzen bestehen auch nach mechanischen Principien zweckmäßige Anordnungen, welche auf die Festigung sowohl des ganzen Pflanzentheiles, als auch der einzelnen zu schützenden Gewebe berechnet sind und die erforderliche Widerstandsfähigkeit durch möglichst wenig Aufwand wirksamen Materiales erreichen. Viele Thatsachen der Pflanzenanatomie gewinnen durch diese Beziehungen zu den Bedürfnissen der Pflanze erhöhtes Interesse.

Zu biegungs- und zugfesten Constructionen eignen sich langgestreckte faserförmige Zellen (Prosenchymzellen §. 47.) besser als die aus vielen kurzen Zellen bestehenden und daher leichter zerreißenden parenchymatischen Gewebe (§. 47.). Daher sind auch die erstgenannten Zellen vorwiegend als festigende Elemente verwendet in den mechanischen Geweben, wie in den Sclerenchymsträngen und -scheiden unter der Epidermis und um die Phloemtheile der Fibrovasalstränge (§. 49.) und wie die Holzzellen im Xylem (§. 57.).

In vielen Pflanzentheilen, bei denen besonders Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen wird, sind gemäß dem Principe, daß ein hohles Rohr erst bei höherer Belastung zerbricht als ein massiver Stab, die festigenden Gewebe vorwiegend peripherisch gelagert. So in vielen langen Halmen, Stengeln, Blattstielen das meist unmittelbar unter der Epidermis liegende Sclerenchym oder Collenchym (§. 58.). Um dabei zugleich den assimilirenden grünen Geweben den erforderlichen Lichtgenuß durch eine Lage nahe der Oberfläche zu gestatten, kann das peripherische Festigungsgewebe entweder stellenweise durchbrochen und also alternirend mit den grünen Parenchymstreifen angeordnet oder etwas nach innen gerückt und von dem grünen Gewebe wie von einem Mantel umgeben oder auch nach dem Principe des gerippten Hohlcylinders construirt und in seinen Furchen mit isolirten Strängen grünen Parenchyms combinirt sein. Die Vermeidung des Einknickens eines solchen Hohlcylinders wird durch Querverbindungen erzielt, wie sie besonders in den massiven Knoten der Gramineenhalme gegeben sind.

Nach dem Principe, daß ein I-förmiger Träger eine größere Belastung verträgt, als ein anderer von gleicher Querschnittsgröße sind besonders viele lange und daher eine große Biegungsfestigkeit beanspruchende Blätter gebaut, indem als Gurtungen die an der Ober- und Unterseite correspondirend liegenden Sclerenchymgruppen und als Steg die diese verbindenden Fibrovasalstränge sich erweisen.

Pflanzentheile, bei denen nur Zugfestigkeit in Anspruch genommen wird, wie bei den unterirdischen Theilen, als Wurzeln und Rhizomen, und wie bei den Stengeln untergetaucht lebender Wasserpflanzen, haben die festigenden Elemente (Fibrovasalstränge) eine centrale Anordnung gemäß dem Principe, daß wo es nur auf Zugfestigkeit ankommt, nicht die Form, sondern nur die Größe der Querschnittsfläche entscheidend ist.

Auch innere an und für sich nicht gefestete Gewebe, wie die Weichbastbündel, können durch Umscheidung oder durch Wechsellagerung mit Sclerenchymfasern einen Schutz gewinnen (Fig. 84, 102.).

Es kann sogar ein Pflanzentheil für einen anderen einen mechanischen Schutz gewähren. So die Blattscheide der Gramineen für das von ihr umhüllte, lange Zeit im wachsenden Zustande verharrende und daher sehr wenig feste Basalstück des Halmgliedes über jedem Knoten, oder das feste Involucrum der Compositen-Köpfchen für die von ihm umgebenen Blüten, ꝛc.

Die zur Festigung der Pflanze dienenden Elementarorgane zeigen entsprechend den von ihnen geforderten Leistungen ein hohes Festigkeitsmodul (Kraft, bei welcher der Körper infolge von Dehnung zerreißt), und dieses fällt auch bei den meisten Zellhäuten mit dem Tragmodul (Kraft, welche den Körper bis zur Elasticitätsgrenze auszudehnen vermag) nahezu zusammen. Es beträgt z. B. bei Sclerenchymfasern pro Quadratmillimeter 15 bis 20, selbst 25 Kilo; mit Abnahme des Imbibitionswassers nimmt Trag- und Festigkeitsmodul zu.

In der That kommt den Zellmembranen und somit auch den Pflanzentheilen, eine Dehnbarkeit zu, die z. B. bei Sclerenchymfasern bis zur Elasticitätsgrenze 0,44 bis 1,5 % beträgt. In der Pflanze ergeben sich Dehnungen der Zellmembranen durch den Turgor (§. 214.) und durch die Gewebespannungen (§. 219.). Wenn man den Turgor der Zellen wachsender Stengel zum Schwinden bringt (durch Plasmolyse oder durch Welken), so verkürzen sie sich im Maximum um 8 bis 10 %, vereinzelt um 14 bis 16 %. Bei den Wurzelzellen besitzen die radial gestellten Zellwände die größte Dehnbarkeit; deshalb zeigen Wurzeln infolge von Turgor eine geringe Verkürzung, durch Plasmolyse eine entsprechende Verlängerung. Am größten ist die Dehnbarkeit (durch Zug mittelst eines angehängten Gewichtes) an allen jungen meristematischen (§. 49.) Geweben und nimmt ab gegen die älteren Zonen hin, wo in den Dauergeweben gewöhnlich die geringste Dehnbarkeit vorhanden ist. Auch Torsion und Biegsamkeit sind in den jüngsten Geweben der Sprosse am größten. Durch ihr Eigengewicht können daher Pflanzentheile eine Torsion oder eine Beugung erleiden, z. B. die hängende Aehre des Roggens, viele Fruchtstiele, die hakenförmig sich umkrümmenden Enden der Sprosse von *Ampelopsis*, *Ulmus*, *Corylus* ꝛc.

4. Optische Eigenschaften der Pflanzen.

§. 216. Die Membran und die Inhaltsbestandtheile der einzelnen Zelle sind meistens für die Lichtstrahlen durchdringbar, also durchsichtig. Aber in dickeren Schichten von Zellgewebe und besonders bei Anwesenheit farbiger Bestandtheile wird das durchgehende Licht zum Theil absorbirt, und von der spiegelnden Oberfläche eines Pflanzentheiles sowie wenn der einfallende Strahl öfters aus den Zellmembranen in Luft (der Intercellulargänge oder der Zellenräume) übergehen muß, wird ein Theil des Lichtes reflectirt. Daraus ergeben sich die Verschiedenheiten in der Durchleuchtung der Pflanzentheile.

Als verdunkelnde Umhüllungen treten daher Samen- und Fruchtschalen, sowie Kork- und Borkebildungen auf wegen ihrer meist mit farbigen Substanzen imprägnirten Zellmembranen und oft luftführenden Zellräumen. Die verschiedenfarbigen Strahlen werden beim Durchgange durch einen Pflanzentheil um so näher der Oberfläche desselben absorbirt, je brechbarer sie sind; es geht z. B. durch eine Scheibe des Kartoffelknollenparenchyms von 7 mm Dicke noch das ganze Spectrum, durch eine solche von 10 mm Dicke nur Roth bis Blau, durch eine solche von 32 mm Dicke nur noch Roth bis Grün. Besonders stark lichtabsorbirend sind die chlorophyllhaltigen Gewebe, welche sich darin einer alkoholigen Chlorophyllösung ähnlich verhalten (§. 212.), d. h. sie lassen vorwiegend nur tief rothes und grünes Licht hindurchgehen.

Die Zellmembranen sowie die Stärkekörner und andere organisirte Bestandtheile der Zellen haben gleich vielen Krystallen die Eigenschaft der Doppelbrechung, d. h. sie zerlegen den Lichtstrahl in zwei Strahlen verschiedener Richtung, deren Licht dann polarisirt ist. Da durch Dehnung und Beugung der Membran diese Eigenschaft nicht verändert wird, so muß sie von einer krystallinischen Structur der Micellen (§. 213.) herrühren.

Die Farben, in denen uns die Pflanzen erscheinen, beruhen meistens auf der Anwesenheit farbiger Körper, welche also einen Theil des Lichtes verschlucken und vorwiegend nur die Strahlen ihrer specifischen Farbe zurückstrahlen. Das Weiß vieler Blüten ꝛc. aber hat dieselbe Ursache wie die weiße Farbe des Schaumes einer Flüssigkeit, indem durch die zahlreichen kleinen Luftmassen, welche in den farblosen Zellen oder zwischen denselben in den Intercellulargängen enthalten sind, Lichtreflexe hervorgebracht werden; durch Auspumpen der Luft tritt hier an Stelle der weißen Farbe hyaline Beschaffenheit.

Einige Pflanzen haben im lebenden Zustande die Eigenschaft des Selbstleuchtens im Dunkeln. Die Erscheinung erinnert an das Leuchten des Phosphors und zeigt ein Auf- und Abwallen, welches bis zum zeitweisen Erlöschen gehen kann. Diese Lichtentwickelung ist an die Anwesenheit von Sauerstoffgas gebunden, erlischt beim Fehlen desselben, wird in reinem Sauerstoff ansehnlicher und scheint daher mit der Athmung zusammenzuhängen, muß aber auf noch unbekannten specifischen Eigenschaften beruhen, da das Leuchten nicht wie die Athmung bis zur Tödtungstemperatur steigt und da viele Pflanzen mit noch stärkerer Athmung als die leuchtenden das Phänomen nicht zeigen.

Eine Lichtentwickelung ist mit Sicherheit nur von niederen Kryptogamen bekannt. Unter den Hutpilzen zeigen sie mehrere in warmen Ländern einheimische, so *Agaricus igneus* auf Amboina, *Agaricus noctilucens* auf Manila, *Agaricus Gardneri* in Brasilien, verschiedene australische Arten, sowie *Agaricus olearius* in Südeuropa. Ferner leuchtet die Rhizomorpha des bei uns einheimischen *Agaricus melleus*, sowie das in faulem Holze wachsende Mycelium dieses Pilzes, welches die Lichtentwickelung des sogenannten leuchtenden oder phosphorescirenden Holzes bedingt. Das Leuchten faulenden Fischfleisches rührt von Bakterien, das Funkeln des Mittelmeeres von gewissen Diatomaceen her.

5. Wärme der Pflanze.

§. 217. Die Temperatur des Pflanzenkörpers steigt und fällt mit derjenigen des umgebenden Mediums, kann aber auch durch innere und äußere Verhältnisse geändert werden. Von der Athmung als wärmeerzeugendem Proceß wird unten die Rede sein. In gleichem Sinne wirkt die Imbibition (§. 213.). Dagegen ist die Transpiration ein wärmebindender, also die Pflanzen abkühlender Vorgang. Gleiches gilt von der Ausstrahlung der Wärme. Durch diese kann der Rasen um 7—8° C gegen die Luft abgekühlt werden. Dies wird also besonders in heiteren Nächten und bei trockener Luft befördert, durch Wolken, Nebel und Wasserdampf, sowie durch Rauchbildung vermindert. Umgekehrt wirkt Insolation als erwärmender Factor, besonders bei voluminösen und schwach transpirirenden Pflanzentheilen, wie *Sempervivum*, an welchem man bei 28,1° C Schattentemperatur durch Insolation eine Erwärmung bis 52° C beobachtete, während andere Pflanzen dabei nur eine solche bis 35° C zeigten. Durch das von den Wurzeln aufgenommene Wasser wird das Innere des Stammes eines lebenden und transpirirenden Baumes abgekühlt, bis um 10° C; deshalb sinkt auch die Temperatur im Inneren des Stammes mit der Entfaltung der Knospen.

Das Pflanzengewebe, insbesondere das Holz, ist sowohl in trockenem wie in feuchtem Zustande ein schlechter Wärmeleiter. Deshalb erreicht im Winter das Innere der Baumstämme das Minimum der Lufttemperatur nicht und im Sommer das Maximum der Tagestemperatur erst am Abend oder in der Nacht. Uebrigens ist die Leitungsfähigkeit des Holzes und anderer Zellmembranen in der Längsrichtung etwas größer als in transversaler. Dagegen ist die Ausdehnung durch Wärme größer in der Quer- als in der Längsrichtung.

6. Elektricität der Pflanze.

§. 218. In abgeschnittenen lebenden Pflanzentheilen bestehen elektrische Differenzen, indem fast überall mittelst des Elektrometers ein elektrischer Strom angezeigt wird, welcher von der unverletzten Epidermis zum Querschnitt geht (falscher Strom), während nach Abtragung der Epidermis oder tiefer liegender Gewebe umgekehrt ein und zwar meist stärkerer Strom vom künstlichen Querschnitt zum künstlichen Längsschnitt geht (wahrer Strom). Aber auch in unverletzten Blättern sind schwache Ströme entdeckt worden, die im allgemeinen von den Blattrippen zur grünen Blattmasse gehen, wobei sich symmetrisch zur Mittelrippe gelegene Punkte unter sich gleich verhalten. Aus manchen Beobachtungen ist die Vermuthung zu schöpfen, daß die die elektrischen Differenzen hervorrufenden inneren Zustandsänderungen auf Wasserbewegungen beruhen, wie denn thatsächlich das Eindringen von Wasser in Capillaren oder poröse Körper elektromotorische Wirkungen hervorbringt. Die schwachen Ströme, um die es sich hierbei handelt, sind für die Pflanze ohne weitere Bedeutung, denn schwache elektrische Ströme, die man auf Pflanzen wirken läßt, haben keinen bemerkbaren Einfluß auf die Functionen derselben.

7. Gewebespannungen.

§. 219. In der Pflanze mit einander verbundene Gewebe können sich gegenseitig spannen, wenn das eine an seiner Ausdehnung gehindert, also im Ausdehnungsstreben begriffen ist, Druckspannung oder positive Spannung erleidet (Schwellgewebe), das andere im Zusammenziehungsstreben sich befindet, also unter Zugspannung oder negativer Spannung steht. Solches kann veranlaßt werden durch alles, was eine Ausdehnung der Zellen herbeiführt, also durch Wachsen oder durch Imbibition (§. 213.) oder durch Turgor (§. 214.). Isolirt man solche Gewebe, so nehmen die positiv gespannten größere, die negativ gespannten geringere Dimensionen an.

Längsspannung ist derjenige Spannungszustand, welcher sich aus dem in der Längsrichtung der Organe bestehenden ungleichen Ausdehnungsstreben der Gewebe ergiebt. Im Meristem jugendlicher Stengelspitzen und Blattstiele besteht eine solche noch nicht, aber in etwas älteren Theilen werden die Epidermis und die verholzten Elemente wegen des schnelleren Wachsthums der turgescenten zartwandigen Zellen des Markes und der Rinde negativ gespannt. Weiterhin gegen die älteren Theile nimmt die Spannung wieder ab und ist in den nicht mehr wachsenden Theilen auf ein Minimum gesunken oder verschwunden. Die Längsspannung läßt sich nachweisen außer durch die Dimensionsänderungen der betreffenden Gewebe beim Isoliren auch durch die Krümmungen, welche die längsgespaltenen Organe annehmen. Werden die Epidermis oder Epidermis und Rinde abgezogen, so krümmt sich ein solcher Streifen mit seiner Außenseite concav, wegen der nun ungehindert eintretenden Ausdehnung der Rinde gegenüber der sich zusammenziehenden Epidermis oder Cuticula. Wird der Stengel der Länge nach halbirt, so dehnt sich das freigelegte Mark bedeutend, während die peripherischen Gewebe sich zu verkürzen suchen. Daher krümmt sich ein solches Stengelstück ebenfalls mit der Außenseite concav. Legt man so gespaltene Gewebe in Wasser, so wird durch Wasseraufnahme der Turgor der positiv gespannten Theile bedeutend größer und die Folge ist, daß sie sich noch mehr krümmen oder sogar lockenförmig einrollen, wie z. B. längsgespaltene Stengel von *Taraxăcum officināle*. In den Wurzeln besteht nur eine geringe Längsspannung, wobei in den Wurzelspitzen das centrale Gefäßbündel schwach negativ, in älteren Wurzeltheilen Rinde und Gefäßbündel positiv, das Cambium negativ gespannt sind.

Eine Querspannung, bei welcher die Rinde tangential negativ gespannt ist, wird in den Stengeln und Wurzeln angezeigt durch Verkürzung eines losgelösten Rinderinges oder durch Klaffen eines Längseinschnittes. Sie fehlt in den jungen Theilen, beginnt mit dem Dickewachsthum, erreicht ein Maximum, um in älteren Theilen, besonders auch infolge des natürlichen Einreißens der Borke zu sinken. Im Frühjahr ist sie geringer und steigt gegen den Herbst hin.

Schichtenspannung ist die zwischen den Schichten einer und derselben Zellmembran bestehende Spannung, wie sie besonders zwischen der Cuticula und den nicht cuticularisirten Schichten der Epidermiszellhäute gefunden wird.

Die Gewebespannung zeigt eine tägliche Periodicität, indem gegen Sonnenaufgang ein Maximum, dann Sinken bis zu einem in die Mittags- oder Nachmittagsstunden fallenden Minimum, darauf wieder Steigen bis zum nächsten Morgen eintritt. Dieser Gang ist nach einem nicht näher bekannten Zusammenhange durch die tägliche Beleuchtung inducirt, denn er läßt sich mit der Beleuchtung ändern und dauert in constanter Dunkelheit als Nachwirkung noch einige Zeit fort.

8. Wachsthum.

§. 220. Unter Wachsen darf man nur Zunahme der Größe verstehen. Vermehrung der Substanz, nämlich des Trockengewichtes, die also auf Ernährung beruht, muß nicht nothwendig damit verbunden sein. Vielfach ist sie es; aber ohne dieselbe findet vielfach Wachsthum statt. So wenn ein Pflanzentheil sich entwickelt mit Hülfe von Material, welches in einem anderen Pflanzentheile enthalten ist und ihm von dort aus zugeführt wird, wie bei der Keimung der Samen das Wachsthum der Keimtheile zeigt, wobei das Gesammtgewicht abnimmt. Selbst ein und

dasselbe Organ, eine Zelle kann wachsen ohne gleichzeitig ernährt zu werden, wenn §. 220.
das zum Wachsthum der Membran zu verwendende Material vorher im Zellinhalte aufgespeichert war, wie z. B. bei der Keimung der Pilzsporen.

Wachsthum im weitesten Sinne ist nicht bloß der den Pflanzenkörper vergrößernde Vorgang der Flächenausdehnung der Zellmembranen, sondern es findet Wachsthum an allen organisirten Bestandtheilen der Zellen statt, wo nicht überall Volumvergrößerung des Pflanzentheiles damit verbunden ist, wie bei dem Wachsthum der Stärkekörner (S. 71) in den Zellen, bei dem Dickewachsthum der Zellmembranen (S. 49) ꝛc. Unter Wachsthum ist aber immer nur diejenige Volumvergrößerung organisirter Bestandtheile zu verstehen, welche durch Einlagerung fester Theilchen zwischen die vorhandenen hervorgebracht und daher durch äußere Einflüsse nicht wieder rückgängig gemacht wird (nicht die durch Dehnung oder Imbibition erzielte Verlängerung). Das Wachsthum beruht auf Intussusception[1], d. h. darauf, daß neue Micellen specifischer Substanz zwischen die vorhandenen eingeschoben werden, wozu also die Fähigkeit Wasser und gelöste Stoffe zu imbibiren Bedingung ist.

Das Wachsen des Pflanzenkörpers resultirt aus dem Wachsthum seiner einzelnen Zellen, welches durch das Flächenwachsthum der Zellmembranen (S. 48) zustande kommt. Große einzellige Pflanzen, wie *Vaucheria*, *Caulerpa* ꝛc. zeigen in aller Reinheit, daß das Wachsen auf diesem Vorgange beruht. Bei den meisten Pflanzen tritt mit dem Wachsthum Fächerung der Zellen durch Querwände ein, d. h. es ist damit Vermehrung der Zellen durch Theilung verbunden, wobei jedoch offenbar die bloße Vermehrung (Fächerung) der Zellen für das Wachsthum bedeutungslos ist, indem es immer nur auf das Flächenwachsthum der Zellmembranen ankommt. Es ist ziemlich allgemeine Regel, daß bei dieser Fächerung die Querwände die Wachsthumsrichtung rechtwinklig schneiden, so daß im allgemeinen in der Richtung des Wachsthums auch die Zahl der Zellen vermehrt wird. Die Morphologie lehrt im Näheren kennen, wie der Gang des Wachsthums an den einzelnen Gliedern vertheilt ist, daß der Embryo zunächst in allen Theilen wächst, und daß später gewisse Theile in einen Dauerzustand übergehen, während an anderen Punkten das Wachsthum fortschreitet. Solche Punkte, die allgemein als Vegetationspunkte bezeichnet werden, bestehen aus meristematischem Gewebe (§. 49; 51.), wo eben die Zellen in fortwährender Vermehrung begriffen sind. Sie gehen in die Dauergewebe allmählich über durch eine Zone, in welcher die im Meristemzustande kleinen Zellen in Streckung begriffen sind. Solche Vegetationspunkte liegen allgemein an den Spitzen wachsender Stengel und Wurzeln (§. 66; 95.). Manche Pflanzentheile haben intercalare Vegetationspunkte, so z. B. die Blätter vieler Monokotyledonen, welche an ihrer Basis längere Zeit im Meristemzustande bleiben und im Längenwachsthum fortfahren, während die oberen Theile schon den Dauerzustand angenommen haben, oder manche Blütenschäfte, sowie die Internodien der Gramineen, welche ebenfalls an ihrer Basis eine längere Zeit im Wachsen begriffene Zone besitzen. In den Stämmen, Zweigen und Wurzeln der Holzpflanzen verbleibt in Gestalt des Cambiumringes eine ringförmige Zone von Meristem, welche das dauernde Dickewachsthum dieser Theile vermittelt. Das letztere kann schon früh, nämlich gleichzeitig mit dem Längenwachsthum stattfinden oder erst, wie bei den Internodien und Wurzeln der Holzpflanzen mit Aufhören des letzteren energisch beginnen. Die Wurzeln erfahren dabei sogar eine gewisse Verkürzung (bei manchen Pflanzen bis zu 25 %), weil die in dieser Periode negativ gespannten Cambiumzellen (s. oben S. 576) der Wurzeln mit ihrem Bestreben sich radial auszudehnen ihre Längsachse verkürzen.

Bei vielen Pflanzentheilen bilden sich infolge des Dickewachsthums Schichten, die der Oberfläche parallel sind (Periclinen), und Linien, welche diese Schichten rechtwinklig schneiden (Anticlinen). So besonders in den Stämmen und Wurzeln, wo diese Linien von Zellwandungen oder von Zellenreihen dargestellt werden, wie namentlich im Holzkörper der Baumstämme, wo die Jahresringe die Periclinen, die Markstrahlen die Anticlinen sind. Diese Linien durchschneiden sich immer rechtwinklig, sind orthogonale Trajectorien. Wo das Dickewachsthum concentrisch

1) Zusammengesetzt aus intus im Innern und suscipere aufnehmen.

§. 220.

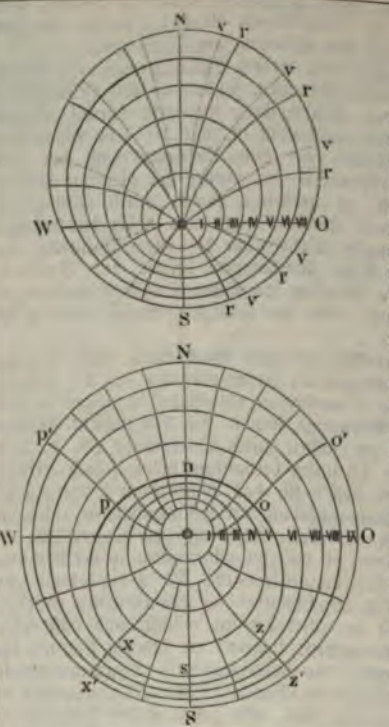


Fig. 617.

Schematiſche Darſtellung excentriſch wachſender Baumſtämme, Querſchnitt des Holzkörpers, wo die Zahlen I, II ꝛc. die ſucceſſiven Jahresringe, r, n, o, p, s, x, z die Markſtrahlen bedeuten. Die letzteren ſind zu den Jahresringen orthogonale Trajectorien, d. h. ſchneiden dieſelben immer rechtwinklig, ſind daher bei excentriſchem Wachsthum keine geradlinigen Radien, ſondern Curven, welche die Convexität ſtets der Richtung ſtärkſten Dickewachsthums zukehren. In A, wo die letztere immer nach einer und derſelben Seite hin liegt, ſind daher auch die Markſtrahlen einfache Curven. In B dagegen, wo vom Jahresring VI an die Richtung ſtärkſten Dickewachsthums nach der entgegengeſetzten Seite umſpringt, lenken daher auch die Curven der Markſtrahlen von da an in die entgegengeſetzte Krümmung um. In A zeigen die Linien r die mathematiſche Lage der orthogonalen Trajectorien an, während die thatſächliche Lage der Markſtrahlen durch v angedeutet wird, was den Zug verräth, der die Punkte nach der ſtärkſt wachſenden Seite hin zu treiben ſucht. Nach Sachs.

erfolgt, ſind die Anticlinen gerade Linien, wo es excentriſch geſchieht (einſeitig ſtärker), werden ſie zu Curven, und zwar kehren dieſe auf der Seite, wo die Schichten gegen die Symmetrieachſe breiter werden, der letzteren ihre Convexität, auf der Seite, wo ſie ſchmäler werden, die Concavität zu. Sie werden daher gebrochen, wenn in den ſucceſſiven Schichten das Maximum des Zuwachſes auf verſchiedene Radien fällt. Bilder, welche dies demonſtriren, bieten Durchſchnitte durch excentriſch gewachſene Stämme und Aeſte (Fig. 617.). Sehr häufig zeigen aber hier die Trajectorien eine Ablenkung von der mathematiſchen Lage, indem auf der ſtärkſt wachſenden Seite die Markſtrahlen der Symmetrieachſe genähert, auf der ſchwächſt wachſenden von jener entfernt ſind; mit anderen Worten, es wirkt ein Zug, welcher die Punkte gegen die ſtärkſt wachſende Seite hinzutreiben beſtrebt iſt, und der dadurch entſteht, daß das Wachſen in tangentialer Richtung nicht ausgiebig genug iſt, womit denn auch die Querſpannung (§. 219.) in den Bäumen im Einklange ſteht.

Bei jedem Wachsthum iſt zu unterſcheiden: 1) die Wachsthumsgröße, d. i. die nach Ablauf der Wachsthumsdauer erreichte Größe des Pflanzentheiles. 2) Die Wachsthumsgeſchwindigkeit, d. h. die in einer Zeiteinheit erreichte Größe einer Längeneinheit. 3) Die Wachsthumsdauer. Da die Wachsthumsgröße bald eine bedeutende, bald eine ſehr geringe ſein kann, unabhängig von der Wachsthumsdauer, die dabei bald kurz bald lang iſt, ſo ergiebt ſich, daß die Wachsthumsgeſchwindigkeit ſehr verſchieden ſein muß.

I. **Wachsthumsgröße.** Wenn wir die Dimenſionen der Pflanzentheile, im Momente ihrer Entſtehung mit denjenigen vergleichen, welche ſie im erwachſenen Zuſtande angenommen haben, ſo gewinnen wir ein Maß für die Wachsthumsgröße und finden letztere je nach Pflanzenarten und Pflanzentheilen ſehr ungleich. Die langen Halmglieder und Blätter des Getreides, des Rohrkolbens, der Seebinſen, die langen Internodien des Hopfens und anderer Schlinggewächſe, die

mächtigen Blätter der Palmen und Bananen sind bei ihrer ersten Anlage in der Knospe nur unwesentlich an Größe verschieden von den kurzen Stengelinternodien und den kleinen Blättern etwa einer *Erica* in demselben Entwickelungszustande. Giebt es so ein für jede Pflanze und ihre Theile specifisch bestimmtes absolutes Maß der Wachsthumsgröße, welches sie erreichen, wenn sie alle unter gleichen äußeren Verhältnissen sich befinden, so kann doch auch die Wachsthumsgröße eines Pflanzentheiles innerhalb gewisser Grenzen verändert werden durch äußere Einflüsse, von denen unten die Rede ist. §. 220.

II. **Wachsthumsgeschwindigkeit.** Wenn wir das Wachsen verschiedener Pflanzentheile unter gleichen und constanten äußeren Verhältnissen während gleicher Zeiten vergleichen oder auch wenn wir die bei gleicher Wachsthumsdauer erreichten Wachsthumsgrößen in Betracht ziehen, so ergiebt sich die Wachsthumsgeschwindigkeit, die ebenfalls specifisch sehr ungleich ist.

Beispiele besonders schnellen Wachsthums zeigen z. B. die Stämme des Bambusrohrs, welche zur Zeit des stärksten Wachsthums in 24 Stunden um $0{,}469 - 0{,}913$ m sich verlängern, das Blatt von *Victoria regia*, welches in 24 Stunden 308,3 mm in die Länge, 367 mm in die Breite wächst, die Staubfäden des Weizens und Roggens, welche während des Hervorstreckens zwischen den Spelzen in circa ½ Stunde von 2—3 mm auf 12—15 mm wachsen. Auch viele größere Pilze sind durch ein sehr rasches Wachsthum ausgezeichnet; an den Stielen von *Coprinus* ist z. B. ein Wachsthum um 13,5 mm pro Stunde gemessen worden. Ungewöhnlich langsames Wachsthum haben die stein- und rindebewohnenden Flechten, die vielfach in ein- oder mehrjährigen Fristen nur um wenige Millimeter zunehmen.

Die Wachsthumsgeschwindigkeit der meisten Pflanzentheile zeigt eine Curve, d. h. das Wachsen hat einen Anfang, eine Zunahme, eine Abnahme und ein Ende, die sogenannte große Curve oder große Periode des Wachsens, was z. B. an den hypokotylen Gliedern der Keimpflanzen, an allen Blättern und Internodien, an großen Blütenstengeln leicht zu verfolgen ist. Aber auch die einzelne Querzone eines wachsenden Theiles zeigt ein solches An- und Absteigen der Wachsthumsgeschwindigkeit. Wenn man auf einer wachsenden Wurzel von der Spitze aus äquidistante Marken aufträgt (Fig. 618.), so zeigt nach einiger Zeit das Auseinanderrücken derselben hinter der Spitze, in welchem Grade die einzelnen Stücke gewachsen sind, und zwar geben die aufeinanderfolgenden Distanzen unmittelbar an, wie ein und dasselbe Stück nach und nach in seiner Wachsthumsgeschwindigkeit sich verhält. An Stengeln können die Insertionsstellen der Blätter als natürliche Marken gelten und aus den Längen der successiven Internodien kann auf die Wachsthumscurve des einzelnen Internodiums geschlossen werden. Dabei zeigt sich an Wurzeln wie Stengeln fast ausnahmslos, daß die Zone größter Wachsthumsgeschwindigkeit nicht in der Mitte der ganzen wachsenden Region, sondern dem Vegetationspunkte näher liegt, daß also die Curve steil bis zum Maximum ansteigt, dann weniger steil abfällt, zuletzt immer flacher verläuft.

Fig. 618. Wachsthum der Wurzeln. Eine keimende Erbse, auf deren Wurzel in A von der Spitze aus Marken in gleichen Distanzen aufgetragen worden sind, zeigt nach einiger Zeit, nachdem die Wurzel weiter gewachsen ist, in B an den ungleichen Distanzveränderungen der Marken die verschiedene Wachsthumsgeschwindigkeit in den einzelnen Zonen hinter der Spitze.

Innerhalb der großen Curve treten allgemein kleine stoßweise Aenderungen der Wachsthumsgeschwindigkeit ein, welche von äußeren Einflüssen unabhängig sind und auf unbekannten inneren Ursachen beruhen.

Die Tagesperiode der Wachsthumsgeschwindigkeit. Unter constanten übrigen Bedingungen zeigt sich mit dem Wechsel von Tag und Nacht eine Periode der Wachsthumsgeschwindigkeit, bei welcher im allgemeinen am Tage eine Verlangsamung, bei Nacht eine Beschleunigung eintritt, wobei aber sowohl Maximum als Minimum je nach Pflanzenarten in verschiedene Stunden fallen.

§ 220. Da sowohl beim Versetzen der Pflanzen in constante Dunkelheit als auch in constante Beleuchtung die Tagesperiode noch mehrere Tage andauert, ehe sie ganz verschwindet, und da thatsächlich Beleuchtung eine Verlangsamung, Dunkelheit eine Beschleunigung des Wachsthumes bewirkt (s. unten S. 562), so ist die Tagesperiode vielleicht durch den wiederholten täglichen Beleuchtungswechsel inducirt und die Andauer derselben nach Aufhören des Beleuchtungswechsels als eine allmählich erlöschende Nachwirkung desselben zu betrachten.

III. **Wachsthumsdauer.** Die Zeit, welche vergeht von dem Beginne bis zum Ende des Wachsthumes des einzelnen wachsenden Organes, ist unter gleichen äußeren Verhältnissen je nach Arten und Pflanzentheilen sehr verschieden. Sie ist im allgemeinen bei kurzlebigen Pflanzen und Organen mit großer Wachsthumsgeschwindigkeit kurz; so ist bei den Fruchtträgern mancher Pilze, bei manchen Blüten und Blütenständen das Wachsthum in wenigen Stunden vollendet. Bei langlebigen Pflanzen können gewisse Organe und Gewebe, wenn auch mit periodischen Unterbrechungen, ihr Wachsthum über die ganze Lebensdauer der Pflanze ausdehnen; z. B. die unbegrenzt fortwachsende Endknospe der Hauptachse vieler Coniferen und die das Dickewachsthum der Baumstämme erzeugende Cambiumschicht.

Nun zeigt aber die Wachsthumsdauer, mag es sich um das rasch verlaufende Wachsthum von Organen kurzer Lebensdauer oder um die Perioden des lange währenden Wachsthums langlebiger Organe handeln, nach Eintritt, Ende und Länge eine Beziehung zu den Jahreszeiten, insofern als im allgemeinen eine winterliche Ruhe besteht und das Wachsthum auf die der Vegetation günstigen Jahreszeiten beschränkt ist, während in den heißen Ländern, die keinen Winter haben, meist auch keine jährliche Unterbrechung des Wachsthums stattfindet. Aber die Wachsthumsdauer ist meist keineswegs von derselben Länge, wie die der Vegetation überhaupt günstige Jahreszeit. So ist die Entwickelung der oberirdischen Theile vieler Frühjahrspflanzen auf eine oder wenige Wochen des Frühlinges beschränkt, und bei den Holzpflanzen ist das Wachsthum der neuen Triebe und Blätter meist bald nach dem Ausschlagen der Knospen im Frühlinge beendet. Während beim Dickewachsthum der Bäume die Ausbildung des Jahresringes des Holzkörpers an den Stämmen und Zweigen mit der Vegetationsperiode im Frühjahre beginnt und bis gegen den Herbst hin andauert, erreicht sie in den Baumwurzeln erst gegen Ende des Winters ihr Ende, bei der Eiche Ende Februar, bei der Esche im März, bei Apfel- und Kirschbaum im April, um schon im Mai oder Juni wieder zu erwachen. Auch das Längenwachsthum der Baumwurzeln erstreckt sich mehr oder weniger tief in den Winter hinein. Dieses hängt ohne Zweifel damit zusammen, daß die Winterkälte schwer tiefer in den Boden eindringt.

In einigen Fällen ist die jährliche Periode des Wachsens die unmittelbare Folge des die Vegetation hemmenden Wärmemangels im Winter So bei *Bellis perennis*, welche zu jeder Zeit im Jahre zum Blühen kommt, wenn die Temperatur es gestattet. Auch lassen sich die Samen vieler Pflanzen ebenso gut im Winter wie im Sommer zur Keimung bringen.

Bei den meisten Pflanzen unseres Klimas aber ist die Winterruhe mehr oder weniger inhärent geworden, indem sie auch dann eintritt und andauert, wenn die äußeren Bedingungen für das Wachsthum vorhanden sind.

Unsere Holzpflanzen treten in die Winterruhe auch wenn im Herbste solche Temperaturen herrschen, die im Frühlinge das Wachsthum anregen. Auf Madeira sowie in unseren Warmhäusern verlieren sie ebenfalls ihr Laub und halten eine Ruheperiode. Und in Nizza, wo die dort einheimischen Bäume schon im Januar treiben, belauben jene sich erst im April. Auch viele Rhizome, Knollen und Zwiebeln machen unter allen Umständen erst eine Ruheperiode durch, bevor sie treiben. Selbst einige Samen, wie die der Weißbuche, Rothbuche, Esche, Weißtanne, Zirbe keimen fast nie im ersten Jahre. Für eine Inhärenz der Jahresperiode in der Pflanze spricht auch die Thatsache, daß Pflanzen, die in ein fremdes Klima importirt worden sind, noch einige Jahre zu ungewöhnlicher Zeit blühen, und daß nordische Getreidesorten ihre durchschnittlich schnellere Entwickelungsdauer in wärmeren Klimaten beibehalten gegenüber den in diesem Klima dauernd kultivirten Sorten, während das Umgekehrte eintritt, wenn südliche Sorten in ein kälteres Klima kommen.

Aber ein gewisser die Ruheperiode abkürzender Einfluß günstiger Vegetationstemperatur besteht, wie die Thatsache des Frühtreibens zeigt. Jedoch wird auch dadurch die Ruheperiode nicht ganz aufgehoben.

Wenn man von Holzpflanzen, die im Freien stehen, besonders von Weinreben, Springen, Roßkastanien, Obstbäumen, zur Winterszeit Zweige in ein Warmhaus leitet oder abgeschnitten in ein solches setzt oder auch die ganze Pflanze ins Warme bringt, so treiben die Knospen oft schon zu Weihnachten, am leichtesten jedoch unmittelbar vor der Zeit ihres natürlichen Erwachens. Ebenso lassen sich Hyacinthen, Tulpen, Crocus, Maiblümchen ꝛc. treiben, aber Kartoffelknollen immer erst gegen das Frühjahr. §. 220.

IV. **Beeinflussung des Wachsthums.** Durch verschiedene äußere Kräfte wird das Wachsen in gewisser Weise beeinflußt. So kommt bei bestimmten äußeren Verhältnissen, unter denen das Leben noch nicht vernichtet wird, doch das Wachsen vollständig zum Stillstand, und beginnt erst wieder mit dem Weichen jener Verhältnisse. Man kann jene Punkte die Grenzen des Wachsthums nennen. Dann zeigt sich aber auch eine Beeinflussung der Wachsthumsgeschwindigkeit, indem eine um so größere Verlangsamung des Wachsens eintritt, je mehr jene Factoren, constant wirkend gedacht, den Grenzen des Wachsthums sich nähern. Man kann daher auch von einem Optimum des Wachsthums reden, wenn man darunter dasjenige Verhältniß versteht, bei welchem die volle Wachsthumsgröße eines Pflanzentheiles unter normalen Zuständen der Pflanze in der kürzesten Zeit erreicht wird. Statt diese Punkte zu bestimmen, hat man bis jetzt dasjenige Verhältniß Optimum des Wachsens genannt und bestimmt, bei welchem die Streckung eines Pflanzentheiles ein Maximum wird. Solche Erscheinungen aber stellen sich im Verhältniß zur normalen Pflanze als Ueberverlängerungen der Theile dar und können als krankhafte Zustände nicht das Optimum des normalen Wachsthumes bezeichnen.

1) Temperatur. Unter sonst normalen Bedingungen wird der auf dem Wachsthum der Keimtheile beruhende Keimungsproceß sistirt, wenn die Temperatur bis zu einem gewissen Grade gesunken oder bis zu einem gewissen Grade gestiegen ist. Die untere Temperaturgrenze der Keimung liegt für die Samen vieler Pflanzen (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Zuckerrübe, Buchweizen, Hanf, Kresse, Raps, Mohn, Lein, Rothklee, Erbse, Saubohne) etwas unterhalb + 4,5° C, ja bei Samen alpiner und auch mancher nicht alpiner Pflanzen scheint nach gewissen Beobachtungen selbst nahe bei 0° noch Keimung möglich zu sein; für Mais und Kümmel liegt die untere Grenze unterhalb + 10,5° C, für Tabak und Kürbis unterhalb + 15,6° C, für Gurke unterhalb + 18,5° C; die obere Temperaturgrenze der Keimung für Getreide, Tabak, Kümmel, Erbse, Saubohne zwischen + 31 und 33° C, für Rothklee, Raps, Buchweizen zwischen 37 und 44° C, für Mais, Hanf, Kürbis und Gurke noch etwas höher. Für ausgekeimte Pflanzen scheinen die Grenzen, die übrigens weniger sicher ermittelt sind, vielleicht etwas andere Lage zu haben, die untere Temperaturgrenze des Wachsens für Weizen und weiße Lupinen bei + 7,5° C, für Erbsen bei 6,8° C, für Mais bei 9,6° C, die obere für verschiedene Pflanzen etwas höher als 38° C zu liegen. Doch giebt es auch in dieser Beziehung Thatsachen, nach welchen für Pflanzen kälterer Klimate die untere Grenze des Wachsens bis zu 0° herabgehen kann, während sie für die aus warmen Ländern stammenden Pflanzen schon zwischen + 10 und 15° C liegt. Aus den vorliegenden Angaben über Pilze ist zu entnehmen, daß manche schon wenig über 0° keimen, Hefepilze und manche Bakterien erst nahe bei 0°, *Bacterium termo* bei + 5 bis 5,5° C die Vermehrungsfähigkeit verlieren, und daß die obere Temperaturgrenze für die Keimung von *Ustilago carbo* bei + 35° C, für das Wachsthum der Hefepilze gegen + 38° C, für das von *Bacterium termo* unter 40° C liegt, daß aber *Aspergillus glaucus* noch bei 45° C wachsen und manche Bacillen noch bei 47 bis 50° C sich vermehren sollen.

Der Temperaturgrad, den man das Optimum der Keimungstemperatur genannt hat, weil er den Beginn der Keimung am raschesten herbeiführt, liegt für Mohn unterhalb + 16° C, für Gerste bei 18° C, für Roggen, Lein, Kümmel, Erbsen bei 23° C, für Hafer bei 25° C, für Weizen, Tabak, Saubohnen bei 27° C, für Rothklee bei 31° C, für Mais, Gurke bei 33° C, für Hanf, Raps und Kürbis bei 36° C. Ungefähr diesselben hohen Temperaturgrade erzielen an wachsenden Pflanzentheilen ein Maximum der Wachsthumsgröße, welches aber als eine Ueberverlängerung in Verbindung mit anderen abnormen Zuständen der Gewebebildung und mit größerem Wassergehalte, somit als krankhafter Zustand sich erweist. Denn bei einer constanten Temperatur von + 10° C zeigt z. B. Getreide zwar

§. 220. eine langsame Entwickelung, aber ein vollkommen normales Wachsthum, indem die Wurzeln stark und normal gebaut, die Halme kräftig, dick, mit mehreren Trieben bestockt, die Blätter kurz, breit und dickfleischig sind. Bei höheren Temperaturen wird zwar die Entwickelung beschleunigt, das Wachsen nimmt aber einen desto abnormeren Charakter an, je höher die Temperatur ist, indem die Wurzeln zu immer dünneren, reicher verzweigten, bei 30° C schon filzartigen Fäden, die Blätter desto länger und schmäler, die Halme desto dünner und schwächlicher werden. Wie verschiedene Temperaturen auf die Längsstreckung eines Pflanzentheiles influiren, zeigen z. B. folgende Zahlen. Die Verlängerung, welche Maiswurzeln in 48 Stunden ergeben, beträgt bei 17,1° C 1,3 mm, bei 26,3° C 24,5 mm, bei 33,3° C 39,0 mm, bei 34° C 55,0 mm, bei 38,3° C 25,2 mm, bei 42,5° C 5,9 mm. Das Maximum abnormer Streckung der Wurzeln zeigt Gerste und Weizen bei 28,5° C, Feuerbohnen bei 26,3° C, weiße Lupinen bei 28° C, Saubohnen bei 26,6° C, maximale Streckung der Stengel Mais, Weizen und Feuerbohnen bei 34° C, Erbsen bei 26,3° C. Das Optimum des normalen Wachsthums, d. h. der Temperaturgrad, bei welchem das Wachsen in normaler Form am meisten beschleunigt wird, liegt jedenfalls tiefer, ist aber nicht näher ermittelt.

2) Licht. Im intensiven Sonnen- und Gaslicht tritt wahrscheinlich allgemein Stillstand des Wachsthums ein. Von da an bis zu einer gewissen Helligkeit wird ebenso allgemein das Wachsthum in steigendem Grade gefördert. In weiter abnehmender Helligkeit und in Dunkelheit tritt dagegen ein ungleiches Verhalten der Pflanzentheile hervor, welches auch hier als ein krankhafter Zustand zu betrachten ist, den man in Verbindung mit dem in der Dunkelheit unterbleibenden Ergrünen als Etioliren oder Vergeilen bezeichnet. Die im normalen Zustande grün gefärbten Laubblätter oberirdischer Stengeltheile fallen nämlich mit abnehmender Beleuchtung immer kleiner aus und bleiben im Dunkeln meist ganz winzig, und zwar in allen ihren Theilen und in allen Richtungen des Wachsens, so daß sie oft gar nicht aus der Knospenlage sich entfalten. Dagegen zeigen bei verminderter Beleuchtung eine zunehmende Längsstreckung, mit abnehmender Dicke oder Breite, was in der Dunkelheit sein Maximum erreicht, folgende Pflanzentheile, denen allen das Bedürfniß gemeinsam ist, unter Umständen aus tiefer unterirdischer Lage oder aus umhüllenden verdunkelnden Blattscheiden sich hervorstrecken zu müssen: die unteren Stengelglieder der Keimpflanzen, besonders das hypokotyle Glied, die Blattstiele von Wurzelblättern, die in einer basalen Zone wachsenden langgestreckten Monokotyledonenblätter. Dagegen werden die Wurzeln durch Licht weniger beeinflußt, indem sie im diffusen Lichte nur eine geringe Verminderung ihres Längenwachsthums gegenüber der Dunkelheit zeigen. Und kein oder ein sehr geringer Unterschied ergiebt sich beim Wachsen der Blüten im Dunkeln, die sich hier normal ausbilden, sobald sie die zu ihrer Ernährung genügenden Stoffe erhalten. Bei den aus unterirdischen Theilen hervorwachsenden und von diesen aus mit Nährstoffen versorgten Blüten und Blütenständen ist dies daher bei Verdunkelung der ganzen Pflanze möglich, während die an oberirdischen Stengeln entstehenden Blüten nur dann im Dunkeln sich ausbilden können, wenn die grünen Blätter der Pflanze behufs Erzeugung von Nährstoffen am Lichte sich befinden.

Die oben bezeichneten etiolirbaren Pflanzentheile zeigen neben den gestaltlichen Abweichungen auch solche des anatomischen Baues, welche ebenfalls desto auffallender werden, je mehr die Beleuchtung abnimmt, und im Dunkeln ihr Maximum erreichen. Sowohl die im Dunkeln nicht wachsenden, wie die sich überverlängernden zeigen die Membranen der mechanischen Elemente (§. 215.), besonders des Collenchyms, schwächer verdickt, ferner die Fibrovasalstränge entweder in geringerer Anzahl, oder aus weniger Elementarorganen zusammengesetzt oder wenigstens mit schwächer verdickten Membranen versehen. Das Gewebe der etiolirten Blätter bleibt dem Knospenzustande ähnlich; die Zellentheilung ist hier wenn auch nicht aufgehoben, doch sehr vermindert. Die größere Länge der sich überverlängernden Organe kommt zum Theil auf vermehrte Zellenbildung in longitudinaler Richtung, zum andern Theil auf größere Streckung der Zellen. Die anatomischen Veränderungen erklären die geringere Festigkeit etiolirter Pflanzentheile, auf welcher unter andern auch das Lagern des Getreides, wenn dasselbe zu dicht steht, beruht.

Unter den verschiedenfarbigen Strahlen wirken auf das Wachsen die blauen und violetten dem gemischten Lichte am ähnlichsten, die gelben und rothen Strahlen ähnlich, wenn auch nicht gleich wie Finsterniß. Die Wirkung der Dunkelheit auf das Wachsen ist ganz local, so daß es an jedem verdunkelten Stück eines übrigens im Lichte befindlichen Blattes oder Stengels eintritt. Der Wechsel von Licht und Dunkelheit macht seine Wirkung auf die Zuwachsgeschwindigkeit meist erst nach mehrstündiger, bisweilen schon nach einstündiger Dauer geltend. §. 220.

Von einem Mangel an Nährmaterial kann das Etioliren nicht herrühren, weil auch aus Organen, die reich an solchem sind, wie Samen, Kartoffelknollen ꝛc die Stengel sich etiolirt entwickeln. Und um die Laubblätter zur normalen Größenentwickelung zu bringen, ist nicht das im Lichte von ihnen selbst gebildete Stärkemehl nöthig, denn sie erreichen diese Größe im Lichte auch in kohlensäurefreier Luft, wo sie selbst kein Stärkemehl bilden können. Auch durch die Annahme, daß zur Herstellung der zum Zellhautwachsthum nöthigen Cellulose das Licht erforderlich sei, kann das Etioliren nicht erklärt werden, weil eben in nicht etiolirenden Theilen die Cellulosebildung nicht diese Abhängigkeit zeigt. Vielmehr kann das Etioliren nur als eine Anpassungserscheinung solcher Pflanzentheile betrachtet werden, die in die Lage kommen können, sich aus tiefer Verborgenheit ans Licht hervorarbeiten zu müssen.

3) Schwerkraft. Wenn man von derjenigen Wirkung der Schwerkraft auf das Wachsthum, welche die geotropischen Bewegungen (§. 230.) hervorbringt, absieht, giebt es noch einige Fälle, wo das Wachsthum von dieser Kraft beeinflußt wird. Diese beziehen sich besonders auf Wachsthumsdifferenzen, die an der oberen und unteren Seite horizontal oder schief gerichteter Aeste obwalten. Bei vielen Nadel- und Laubbäumen sind an solchen Zweigen die an der Unterseite stehenden Blätter die größten, an den Seiten um so kleiner, je näher sie der zenithwärts gekehrten Seite stehen, und an der letzteren am kleinsten, und zwar bezieht sich dies auf die Länge der Stiele und die Größe der Blattfläche. Auf diese Weise sind die Oberblätter den Unterblättern weniger im Lichte. Diese Größenunterschiede ergeben sich erst beim Austreiben der Zweige und werden durch die Schwerkraft veranlaßt, denn wenn die Zweige vor dieser Zeit umgewendet werden, so kehren sich die Größenverhältnisse an den nun zur Entwickelung kommenden Blättern um, indem an der nun unten liegenden früheren Oberseite die Blätter größer, an der entgegengesetzten kleiner ausfallen. Das Licht wirkt in gleichem Sinne, denn beim Wachsen im Dunkeln werden die Größendifferenzen nicht so groß als im Lichte. Dieselben Abstufungen in der Länge und Kräftigkeit zeigen die Zweige, welche an den verschiedenen Seiten horizontaler Aeste entspringen. Endlich hat auch der Holzkörper nicht vertical stehender Aeste und Wurzeln ein excentrisches Dickewachsthum, indem die stärkere Verdickung, d. h. größere Breite der Jahresringe entweder an der oberen Seite liegt (epinastisch[1]), wie bei *Tilia*, *Fagus*, *Ulmus*, oder an der unteren (hyponastisch[2]) wie bei *Pinus sylvestris*, *Juniperus* ꝛc.

4) Mechanische Einflüsse. Ein dem Wachsthum entgegenwirkender Druck zeigt sich in seinen Wirkungen schon bei dem jährlichen Dickewachsthum der Baumstämme in der Bildung von Jahresringen im Holzkörper. Diese entstehen nämlich durch den Rindedruck, der im Herbste infolge des sommerlichen Dickewachsthums sich steigert. Darum werden auch mit Verminderung des Rindedruckes die Jahresringe breiter. Und durch festes Umwickeln mit Bindfaden kann schon im Frühjahre engzelliges, gefäßloses Herbstholz, durch Einschnitte in die Rinde später, selbst nach schon entstandenem Herbstholze, weitzelliges, gefäßreiches Frühlingsholz erzeugt werden. In enge Spalten eingeklemmte Wurzeln und andere Theile werden an dem Dickewachsthum in der Richtung, in welcher das Hindernis wirkt, gehindert: der Holzkörper zeigt nach diesen Richtungen hin keine Gliederung in Jahresringe und keine thatsächliche Verdickung; trotzdem ist die zellenbildende Thätigkeit des Cambiums in dieser Richtung nicht erloschen; die so sich bildenden Holzzellreihen und Mark-

1) Zusammengesetzt aus ἐπί oben und νάσσω vollstopfen. 2) zusammengesetzt aus ὑπό unten und νάσσω vollstopfen.

§. 220 strahlen sind aber infolge des Druckes in schiefe Richtung und zwar zickzackförmig verschoben.

In manchen Fällen wirkt Berührung mit einem festen Körper wie ein Reiz, welcher das Wachsthum befördert. So kommt erst durch den Contact mit dem betreffenden Körper bei den *Cuscuta*-Arten die Bildung der an die Nährpflanze sich ansetzenden Haustorien, an den Ranken der *Ampelopsis* die Ausbildung der an fremde Körper sich anlegenden Haftballen, bei den Bulbillen von *Marchantia* die Bildung der Wurzelhaare zustande; auch das Wachsthum der Ranken nach Umwindung einer Stütze (S. 573) gehört hierher.

5) Einflüsse des Mediums. Der normale Gang des Wachsthums wird durch die Beschaffenheit des Mediums in sehr mannichfaltiger Art beeinflußt. Die Wirkungen lassen sich auch hier nicht unter allgemeine Regeln bringen, sondern sind meist als specifische Anpassungen der verschiedenen Pflanzen zu betrachten.

a. Vertauschung des Mediums. Wenn die oberirdischen Theile der Landpflanzen unter Wasser gerathen, so tritt meistens eine Stockung ihres Wachsthums ein; dabei werden aber auch andere wichtige Lebenserscheinungen sistirt, und die Pflanze stirbt unter diesen Umständen bald ab. Wasserpflanzen mit schwimmenden Blättern vermögen auch auf dem feuchten Boden nach Zurücktreten des Wassers fortzuvegetiren, wobei aber die Blattstiele sehr kurz und die Blattflächen klein bleiben, während im Wasser ihre Blattstiele um so länger werden, je tiefer das Wasser, also je größer die Entfernung des Stockes von dem Wasserspiegel ist, offenbar als vortheilhafte Anpassung, um die Blattfläche in die schwimmende Lage zu bringen.

Wenn Wurzeln von Landpflanzen im Wasser sich entwickeln, so nehmen sie eine fadenförmige Gestalt an, indem sie verhältnismäßig sehr in die Länge wachsen, wobei sie wasserreicher und turgescenter werden und aus Zellen bestehen, welche größere Länge und geringere Breite haben als die in Erde gewachsenen Wurzeln; auch fehlen ihnen häufig die Wurzelhaare, und in ihrer Rinde bilden sich oft luftführende Intercellularräume; Epidermis und Außenrinde oder die Korkschicht, wenn eine solche vorhanden, werden oft zeitiger desorganisirt. Uebrigens sind die in Erde oder die in Wasser gebildeten Wurzeln in der Regel nicht fähig, in dem andern Medium weiter zu wachsen, sondern sie sterben hier gewöhnlich ab, während sich frische Wurzeln bilden, die dem neuen Medium angepaßt sind.

b. Wassergehalt der Luft. Größere Luftfeuchtigkeit bringt mit Verminderung der Transpiration ein Längerwerden der Stengel und Größerwerden der Blätter hervor, infolge stärkerer Streckung der Zellen, die durch die Erhöhung des Turgors (§. 214.) bedingt wird; denn in der That sind Pflanzentheile, die unter solchen Verhältnissen gewachsen sind, nur wasserreicher aber substanzärmer. Umgekehrt wachsen Pflanzentheile, welche wegen Trockenheit der Luft oder des Bodens gewelkt sind, in diesem Zustande nicht.

c. Wasser- und Nährstoffgehalt des Bodens. Ein Boden, welcher sehr spärliche Mengen von Wasser bietet oder die nothwendigen Pflanzennährstoffe in ungenügender Quantität spendet, bedingt ein Zurückbleiben des Wachsthums derart, daß die Pflanze ungefähr in proportionalen Verhältnissen verkleinert, also als Zwerg erscheint, und zwar wird das Wachsthum um so mehr reducirt, je mehr der Wasser- oder Nährstoffgehalt abnehmen. Eine wirkliche Proportionalität in der Verkleinerung der Organe findet aber nicht statt, insbesondere ist das Wurzelsystem relativ weniger reducirt, als die oberirdischen Organe der Zwerge, und an diesen bezieht sich dies fast nur auf die Blätter und Stengelorgane, während die Blüten und Früchte zwar in ihrer Anzahl außerordentlich vermindert werden, aber an Größe wenig verlieren, und die Samen zwar in Zahl, aber an Größe kaum reducirt werden. Die Zellen der Zwerge sind nur unbedeutend kleiner als die der normalen Pflanzen; d. h. die Kleinheit der Organe kommt vorwiegend auf Rechnung der geringeren Anzahl von Zellen. Auch die Haare sind nur mäßig verkleinert, aber in sehr verminderter Anzahl gebildet.

Das Wachsthum der Wurzeln wird durch den Gehalt des Substrates an Nährstoffen beeinflußt. In nährstoffreichem Boden verästeln sich die Wurzeln am meisten, in unfruchtbarem Sande wachsen sie zwar sehr in die Länge, verzweigen sich aber sehr wenig. Dieser Einfluß ist ganz local: ein und dasselbe Wurzelsystem kann

beides an verschiedenen Stellen zeigen, wenn es daselbst mit verschiedenen Bodenarten in Berührung ist. Auch auf die in Nährstofflösungen wachsenden Wurzeln hat die Concentration jener einen Einfluß; im allgemeinen ist bei einem Gehalt von $^1/_2$ bis 2 pro mille das Wurzelwachsthum am normalsten; sowohl bei größerer wie bei geringerer Concentration bleibt die Verzweigung zurück. Auch wird die Wachsthumsgeschwindigkeit der Wurzeln vermindert, wenn die Concentration von 0,5 bis 2,0 % zunimmt. Dagegen vermögen Schimmelpilze, wie *Aspergillus*, noch in einer Zuckerlösung von 37,2 % und Pollenschläuche in einer solchen von 40 % zu wachsen.

9. Organbildung.

§. 221. Die Bildung von Organen und deren eigenartige Gestaltung und Bau entspringen unbekannten inneren Kräften der Pflanze. Diese bewirken, daß an jeder Pflanze der Gestaltungsproceß immer nur die specifisch eigenthümlichen Formen reproducirt. Es muß angenommen werden, daß die Kräfte, welche dies vermögen, in latenter Form in jedem Bruchstücke des Pflanzenkörpers vorhanden sind. Denn der Keim, der bei den Phanerogamen aus einer einzigen Zelle (Eizelle) hervorgeht, oder bei den Kryptogamen sogar schon als einfache Zelle (Spore) von dem mütterlichen Organismus sich trennt, erreicht, wenn er sich selbst überlassen heranwächst, doch genau wieder die Gestalt und Beschaffenheit seiner Eltern, obgleich noch nichts von der zukünftigen Organbildung an ihm vorhanden war, als er seine selbständige Entwickelung begann. Und auch aus kleinen Bruchstücken, welche von einer Pflanze abgeschnitten werden, reproducirt sich öfters der ganze Organismus mit allen seinen specifischen Eigenheiten wieder.

Wenn man die Keimlinge der Samen in Stücke zerscheidet und zur Keimung ansetzt, so bilden sich bisweilen an Stücken von Kotyledonen Adventivknospen und Wurzeln, woraus neue Pflänzchen sich entwickeln können. Kleine Fragmente des Protoplasmas von *Vaucheria* und anderer großzelligen Algen, selbst Theilstücke mancher Algenschwärmsporen, regeneriren sich unter Umhüllung mit einer Zellmembran zu einem neuen Organismus. Stücke von Zweigen, Wurzeln oder Blättern höherer Pflanzen sind vielfach reproductionsfähig, je nach Arten ungleich leicht, indem sie Wurzeln zu bilden und etwa vorhandene Knospen auszutreiben oder Adventivknospen anzulegen vermögen; bei manchen Pflanzen genügen dazu schon relativ kleine, einige Centimeter große Stückchen.

Bei der Reproduction aus Fragmenten zerschnittener Pflanzen zeigt sich, daß die Polarität des ganzen Pflanzentheiles, welche in dem Unterschiede von Basis und Spitze gegeben ist, auch in jedem Stücke eines solchen verticibasalen Pflanzentheiles ähnlich wie an jedem Fragmente eines Magneten definirt ist. Dies spricht sich darin aus, daß an Stengelstücken immer das der morphologischen Basis des Stengels zugewendet gewesene Ende allein oder vorwiegend Wurzeln treibt, das andere Ende dagegen eine Förderung der vorgebildeten oder erst neu angelegten Knospen zeigt; umgekehrt bildet an Wurzelfragmenten, sowie an manchen abwärts wachsenden Rhizomen, dasjenige Ende eines Stückes, welches der Basis, d. i. dem Ursprungsort des Organes zugekehrt war, Knospen, das andere Ende allein oder vorwiegend Wurzeln, und an Blättern treten am basiskopen Ende zugleich Wurzel- und Knospenanlagen hervor.

Die gestaltenden Kräfte müssen sämmtlich, wenn auch theilweise und zeitweilig latent, in jedem Stücke einer Pflanze vorhanden sein, denn man kann nach Obigem beliebig den Ort bestimmen, an welchem Wurzeln oder Knospen entwickelt werden sollen, je nachdem man den Pflanzentheil so zerschneidet, daß die Stelle zum basiskopen oder acroskopen Ende des Stückes wird. Um diese und verwandte Thatsachen begreiflich zu machen, nimmt die Darwin'sche Hypothese der Pangenesis[1]) an, daß jede einzelne Zelle aus einer Menge überaus kleiner sich selbst fortpflanzender Keimchen besteht, die daher bei Vermehrung der Zellen auch in die Tochterzellen übergehen. Diese Keimchen bedingen durch ihre specifischen Eigenheiten die gestaltbildenden Fähigkeiten des Fragmentes; sie kommen aber nicht immer alle zur Geltung, können auch lange Zeit ruhen und erklären so die Constanz der Merkmale bei der Vererbung, aber auch die Veränderlichkeit derselben bei der Variabilität der Pflanze und beim Rückschlag, sowie auch die Reproductionen an zerschnittenen Pflanzentheilen. Sachs nimmt dagegen an, daß in jeder Pflanze und jedem Pflanzentheile specifisch wurzel- und sprossbildende Stoffe vereinigt sind, also an sich todte Stoffe von differenter plastischer Fähigkeit, die aber durch innere und äußere Kräfte (s. unten) getrieben bald nach diesem, bald nach jenem Orte wandern und von denen bald dieser, bald jener in Thätigkeit gesetzt wird.

1) Zusammengesetzt aus πᾶς ganz, all und γένεσις Erzeugung.

§. 221. **Einfluß äußerer Kräfte.** In einigen Fällen wird die Organbildung durch Schwerkraft und Licht beeinflußt. Basis und Spitze einer Pflanze wird freilich nie durch äußere Kräfte bestimmt; denn hierbei ist die Richtung, in welcher sich die Theile bei ihrer Entstehung zum Horizonte befinden, ganz gleichgültig, und nur morphologische Orientirung, also die Anheftungsstelle der Eizelle im Embryosacke (§. 128.), und das hyaline Ende der Schwärmsporen (§. 155.) entscheiden das Unten und Oben der künftigen Pflanze. Bei *Marsilia* wirkt die Schwerkraft insofern orientirend auf die Theile des Embryos, als von den beiden oberen Quadranten der Eizelle, aus denen immer Wurzel und Blatt gebildet werden, bei horizontaler Lage der Spore der nach unten gekehrte zur Wurzel wird, und von den beiden unteren Quadranten, welche Fuß und Stamm bilden, in jener Lage der nach oben gewendete sich zum Stamm entwickelt. Auch bei der Reproduction aus zerschnittenen Pflanzentheilen ist meist nur die frühere morphologische Orientirung entscheidend. Denn nach Böchting zeigen auch Stücke der abwärts wachsenden Zweige von Trauerbäumen am acroskopen Ende die Knospen-, am basiskopen die Wurzelbildung gefördert, und bei anderen Pflanzen hat es keinen Einfluß, ob man die abgeschnittenen Stengel- und Wurzelstücke in aufrechter oder verkehrter Stellung zur Reproduction gelangen läßt. Bisweilen wird aber hierbei doch durch die Schwerkraft der Gegensatz zwischen Basis und Spitze etwas abgeschwächt, indem an verkehrt aufgestellten Zweigstücken bisweilen Wurzeln auch ferner vom basiskopen Ende entstehen. Solche nach Umkehrung unten bewurzelten und oben getriebenen Sprosse lassen sich aber meist nicht lange am Leben erhalten, und gelungene Umkehrung von Bäumen, die mit der Krone in die Erde gesetzt, unten sich bewurzeln und oben sich belauben, sind jedenfalls Seltenheiten. Einfluß der Schwerkraft zeigt sich auch darin, daß an horizontal gelegten Zweigstücken die Wurzelbildung des basiskopen Endes an der Unterseite, die Knospenbildung des acroskopen Endes an der Oberseite gefördert zu werden pflegt. Auch begünstigt Dunkelheit die Anlage von Wurzeln, indem diese oft an verdunkelten Stengeltheilen reichlicher oder an der schwächst beleuchteten Seite derselben allein sich bilden.

An bilateralen Pflanzentheilen (§. 8.) ist die differente Ausbildung der Ober- und Unterseite meistens von äußeren Kräften unabhängig und ebenfalls nur durch die morphologische Orientirung zum Mutterorgan bestimmt, läßt sich daher durch kein Mittel umkehren. Bei einigen Pflanzen ist aber solches doch der Fall. Es sind hier zweierlei Fälle zu unterscheiden. Entweder kann die bilaterale Fortentwickelung des Organes zu jeder beliebigen Zeit umgewendet werden, wenn das letztere in die entgegengesetzte Stellung zum Lichte gebracht wird. Dieses habe ich an *Thuja occidentālis* nachgewiesen. Die horizontal wachsenden grünen Zweige derselben (Fig. 619.) haben ausgeprägte Bilateralität (Spaltöffnungen auf der Unterseite, chlorophyllreicheres Mesophyll an der Oberseite, stärkere, glänzende Cuticula an der Ober-, dünnere, matte Cuticula an der Unterseite). Diese wird durch die Stellung zum Lichte inducirt, denn sobald man solche Zweige in umgewendete Lage bringt oder die Oberseite mit undurchsichtigem Stoff bedeckt, kehrt sich an dem unter solchen Umständen gebildeten Zuwachs die Organisation um. Auch bei den Vorkeimen der Farne (§. 140.) wird immer die stärkst beleuchtete Seite die Oberseite, so daß bei Beleuchtung von unten die Wurzelhaare und Geschlechts-

Fig. 619.

Thuja occidentālis.

Ein Zweig, von plattgedrückter Form, mit schuppenfgen, angewachsenen, gegenständigen Blättern bedeckt, mit zwei Seitenzweiglein. Darunter ein Querschnitt stärker vergrößert, zeigt die **bilaterale** Beschaffenheit. Die Oberseite o mit glänzender Oberhaut und darunter liegendem dunkelgrünen Gewebe. Die Unterseite u matt und blaßgrün; bloß an dieser Seite hat die Oberhaut Spaltöffnungen. Im Centrum das Holzbündel durchschnitten.

organe an der Oberseite entstehen. Ein anderer Fall ist der, wo die Bilateralität des Organes durch die Stellung, die es gerade zur Zeit seiner Entwickelung zum Lichte oder zur Schwerkraft inne hat, ein für allemal bestimmt wird und dann nicht mehr umwendbar ist. Dieses trifft nach Pfeffer am Thallus von *Marchantia* zu. Die Brutknospen (§. 153.) dieses Lebermooses sind selbst nicht bilateral; an den Sproßanlagen aber, die an denselben sich bilden und zum Thallus sich entwickeln, wird die Bilateralität immer in der Weise orientirt, daß die stärker beleuchtete Seite zur Oberseite sich ausbildet. Diese Wirkung ist beim Aufkeimen der Brutknospen schon nach wenigen Tagen entschieden und läßt sich dann ebensowenig, wie am ausgebildeten Thallus durch veränderte Stellung zum Lichte wieder umkehren. Von der Entwickelung des Thallus aus den Sporen dieses und anderer Marchantiaceen gilt dasselbe. Die horizontal wachsenden Seitenzweige vieler Nadelhölzer, wie *Abies pectināta, canadēnsis, Taxus baccāta* sind bilateral, denn ihre Nadeln sind an der Unterseite am längsten, an der Oberseite am kürzesten und daselbst gescheitelt und nach beiden Seiten gelegt, die Zweige selbst transversal geotropisch (§. 232.), indem sie, sobald sie aus dieser natürlichen Lage abgelenkt sind, immer wieder durch Krümmungen oder Drehungen in dieselbe zurückkehren. Diese Bilateralität wird, wie ich gezeigt habe, im Momente des Austreibens der Knospen durch die Lage zur Schwerkraft inducirt; denn wenn die Aeste vor dem Oeffnen der Knospen so fixirt werden, daß letztere umgekehrt sind, so wird die nun oben liegende Unterseite des neuen Sprosses zur morphologischen Oberseite, und zwar auch bei Ausschluß des Lichtes, also als Wirkung der Schwerkraft. Die Bilateralität mancher Flechtenthallome und mancher Laubmooskapseln ist auch durch einseitige Beleuchtung inducirt. Dagegen wird die Bilateralität des Laubes von *Lemna*, der Stengel von *Selaginella* und namentlich die Differenzirung der Ober- und Unterseite der Laubblätter nicht durch äußere Kräfte, sondern nur durch innere morphologische Orientirungen bestimmt.

Das Medium übt in einigen Fällen einen bestimmenden Einfluß auf die Organbildung. Manche sogenannten amphibischen Pflanzen entwickeln Wasserblätter oder Luftblätter, je nachdem ihre Stengel im tiefen Wasser oder auf dem Trocknen wachsen. So hat *Polygŏnum amphibium* im Wasser langgestielte, kahle schwimmende Blätter, die nur auf der Oberseite Spaltöffnungen besitzen; wenn die Pflanze aufs Trockene kommt, treibt sie neue Stengel mit kurzgestielten, schmäleren behaarten Blättern, die auf der Unterseite zahlreiche Spaltöffnungen haben. Umgekehrt bilden manche Sumpfpflanzen an denjenigen Stengeltheilen, die sich zufällig im tieferen Wasser entwickeln, Wasserblätter, die wie die der Wasserpflanzen gebaut sind und auch oft in der Gestalt bedeutend abweichen von den gewöhnlichen Blättern, welche die Pflanze an der Luft bildet (bei *Sagittaria sagittifolia* sehr lange, bandförmige, bei *Nasturtium amphibium, Phellandrium aquaticum* ꝛc. tief und fein fiederspaltige Wasserblätter). Auch *Marsilia* bildet bei der Keimung zuerst schwimmende Blätter, welche oberseits Spaltöffnungen haben, später Luftblätter mit Spaltöffnungen auf beiden Seiten, aber bei erneuter Ueberfluthung wieder Schwimmblätter. Unter den Algen giebt es mancherlei Beispiele von Formveränderung infolge von Austrocknen des Standortes. Ein bestimmender Einfluß der Differenz des Mediums ist es wohl auch, daß viele Pilze, besonders Schmarotzer- und Schimmelpilze ihre Fruchtträger nur an der Oberfläche des von ihrem Mycelium durchzogenen Substrates entwickeln und hier in meist verticaler Stellung zur jeweiligen Oberfläche des Substrates, unabhängig von der Lothlinie.

10. Richtungs-Bewegungen der Pflanzen.

§. 222. 1) Richtung der Pflanzentheile. Bei Körpern, welche, wie die meisten Pflanzentheile, keiner Ortsbewegung fähig, sondern an ihrer Basis fixirt sind, können Bewegungen nur die Richtung des Körpers ändern. Die Richtung, welche einem Pflanzentheile schon durch seinen Ursprung an seinem Mutterorgane gegeben ist, heißt die Eigenrichtung und kann bestimmt werden durch den Winkel, den seine Achse mit derjenigen des Mutterorganes bildet, und welcher Eigenwinkel genannt wird. So ist eben durch die Anlage der Theile schon bestimmt z. B. die

§. 222. entgegengesetzte Richtung, der Winkel von 180°, den Wurzel und Stengel des Keimlinges mit einander bilden, sowie der rechte oder spitze Winkel, den wenigstens in der Anlage die Blätter und Zweige mit dem Stamme, die Seitenwurzeln mit der Hauptwurzel bilden, die rechtwinklige Stellung, welche die Fruchtträger vieler Pilze zur Richtung, in welcher ihr Mycelium ausgebreitet ist, einnehmen, ꝛc. Es giebt einige Pflanzentheile, welche ihre Eigenrichtung dauernd behalten, d. h. immer den bestimmten Eigenwinkel mit ihrem Mutterorgane bilden, welche Richtung zum Horizonte auch das letztere einnehmen mag; so die Fruchtträger vieler Pilze, namentlich Schmarotzer- und Schimmelpilze, die Zweige und Blätter der Mistel, die allseitig um den Ast, welchen diese bewohnt, sich richten, die Seitenwurzeln zweiter und höherer Ordnung, welche ungefähr rechtwinklig von der Mutterwurzel auswachsen. Bei den meisten Pflanzentheilen aber geht bald nach Beginn der Entwickelung die Eigenrichtung verloren, indem innere oder äußere Kräfte denselben eine Bewegung und somit eine andere Richtung ertheilen. Berücksichtigt man die Richtung der Pflanzentheile nur mit Beziehung zur Lothlinie, so kann man diejenigen, welche bei allseitiger Beleuchtung sich vertical stellen, orthotrope[1], diejenigen, welche in einem Winkel zur Lothlinie geneigt sind, also horizontal oder schief wachsen, plagiotrope[2] nennen.

2) Bewegungsformen. Bei Theilen, die mit ihrer Basis fixirt sind, kann es sich um folgende Formen der Bewegung handeln: 1) Krümmung, wenn eine Seite stärker sich ausdehnt oder sich verkürzt, als die ihr gegenüberliegende. 2) Drehung oder Torsion, wenn der Theil um seine centrale Achse sich dreht, so daß die vorher geraden Längslinien spiralig werden, was dadurch zustande kommt, daß die peripherischen Partien sich stärker in die Länge dehnen, als der centrale Theil, oder letzterer sich stärker verkürzt, als jene. 3) Winden, wenn der Theil sich um eine excentrische Achse dreht, was durch Krümmung und Torsion zugleich bewirkt wird.

3) Mechanik der Bewegungen. Die eben bezeichneten Dimensionsänderungen, aus denen die Bewegungen resultiren, kommen zustande entweder durch Wachsthum (Wachsthumsbewegungen) oder durch Gewebespannungen (§. 219.). Im letzteren Falle handelt es sich entweder um Aenderungen der Turgescenz (§. 214.) der Gewebe (Turgescenzbewegungen) oder um eine auf Imbibition beruhende Quellung und Schrumpfung von Zellmembranen (hygroskopische Bewegungen). Wachsthumsbewegungen sind selbstverständlich an die Dauer der Wachsthumsfähigkeit des Organes geknüpft, sie erlöschen mit der letzteren; es handelt sich hier meist um solche Bewegungen, welche die Theile während ihres Wachsthums vornehmen müssen, um sich in diejenige Richtung zu bringen, welche für die Ausübung der Lebensfunctionen nothwendig ist. Turgescenzbewegungen sehen wir aber an den durch Gelenke beweglichen Blättern (Fig. 620.) lange nach Abschluß des Wachsthums noch fortgehen, und um diese beständigen Hin- und Herschwingungen zu ermöglichen, sind diese Gelenke so construirt, daß die kaum dehnbaren Gefäßbündel in die Mitte, also in die neutrale Achse gerückt sind, wo sie ihre Dimensionen nicht zu ändern brauchen, wenn abwechselnd in der oberen und unteren Hälfte der umgebenden positiv gespannten Parenchymmasse des Gelenkes das Expansionsstreben steigt und sinkt (vergl. Fig. 620, B).

4) Veranlassung der Bewegungen. Wir unterscheiden Bewegungen, welche nicht durch äußere Kräfte veranlaßt werden, autonome oder spontane Bewegungen, und solche, welche nur durch äußere Einflüsse verschiedener Art erregt werden, inducirte oder paratonische[3] oder Reactionsbewegungen. Als bewegungerregende Reize können wirken Erschütterung, Contact mit einem fremden festen Körper, Licht, Schwerkraft, Temperatur, Feuchtigkeit und chemische Einflüsse. Die paratonischen Bewegungen gehören theils zu den Wachsthums-,

---

1) Zusammengesetzt aus ὀρθός gerade und τρέπειν wenden. 2) zusammengesetzt aus πλάγιος quer, schief und τρέπειν wenden. 3) zusammengesetzt aus παρά daneben und τόνος Spannung, Kraft.

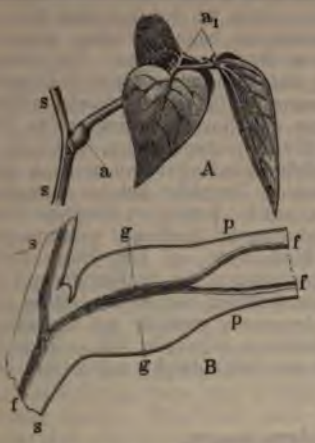


Fig. 620.
Durch Gelenke bewegliches Blatt von *Phaseolus multiflorus*.

A Ein am Stengel s s sitzendes Blatt, dessen Blattstiel an der Basis mit dem Hauptgelenk a. Bei a_1 die Gelenke der drei Blättchen. B Durchschnitt durch das Hauptgelenk; s s Stengelstück, g g die große Parenchymmasse des Gelenkes, von der sich abwechselnd die obere und untere Hälfte durch Turgor verlängern und verkürzen kann. Die Gefäßbündel f f f, welche aus dem Stengel in das Blatt verlaufen, treten im Gelenke in die Mitte, in die neutrale Achse zusammen, um beim Uebergang in den Blattstiel bei p p wieder auseinander zu weichen und in gewöhnlicher Weise ein Mark zwischen sich zu nehmen.

theils zu den Turgescenzbewegungen. Es ist bis jetzt nicht aufgeklärt, in welcher Weise die eben genannten qualitativ so sehr verschiedenen Kräfte auf diejenigen pflanzlichen Kräfte einwirken, welche das Wachsthum, beziehendlich den Turgor bedingen. Darwin's Ansicht, daß die verschiedenen paratonischen Bewegungen nur Modificationen autonomer Bewegungen, nämlich der Nutationen (§. 225.) seien, trifft nicht zu, da manche beweglichen Theile, wie die Wurzelspitzen, keine Nutation zeigen.

5) Bewegungsfähiger und Starrezustand. Die Pflanzen sind zu ihren Bewegungen im allgemeinen nur unter gewissen Bedingungen befähigt. Werden diese aufgehoben, so tritt ein Starrezustand ein, aus dem aber die Pflanze wieder in den bewegungsfähigen übergehen kann, wenn jene Bedingungen wieder eintreten und die Pflanze inzwischen nicht beschädigt worden ist. Da bei Wassermangel kein genügender Turgor sich herstellt und dadurch auch das Wachsen gehemmt wird, so erfolgt im welken Zustande keine oder nur schwache Bewegung. Ueberschreitet die Temperatur ein gewisses Maximum oder Minimum, so tritt Wärme-, beziehendlich Kältestarre ein. Bei Wachsthumsbewegungen muß dies der Fall sein, sobald die Temperaturgrenzen des Wachsens (§. 220.) überschritten sind. Aber auch Pflanzentheile mit Turgescenzbewegungen, besonders die reizbaren Blätter von *Mimōsa pudīca*, befinden sich nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen im bewegungsfähigen Zustande (Thermotonus[1]). *Mimōsa* wird kältestarr bei + 15 ° C, wärmestarr bei 40 ° C. Auch das Licht ist nöthig, um bei *Mimōsa* einen bewegungsfähigen Zustand (Phototonus[2]) zu schaffen, während es für die Bewegungen der Ranken der Cynareenstaubfäden und der Crocusblüten nicht Bedingung ist. Ein richtiges Verhältniß des Sauerstoffgehaltes ist wie für alle Lebensthätigkeiten, so auch für die Bewegungen nothwendig. Im sauerstofffreien Raume, ebenso bei sehr verminderter Sauerstofftension tritt Starre ein; gleiches ist aber auch bei sehr gesteigerter Sauerstofftension, nämlich in reinem Sauerstoffgas bei gewöhnlichem Luftdruck der Fall. Endlich wird bei reizbaren Pflanzentheilen die Bewegungsfähigkeit auch durch Anästhetika, wie Dämpfe von Chloroform, Aether ꝛc. aufgehoben.

A. Hygroskopische Bewegungen.

§. 223. An manchen Pflanzentheilen werden Bewegungen durch den Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit der Umgebung hervorgerufen. Dies tritt meistens erst im

1) Zusammengesetzt aus θέρμη Wärme und τόνος Spannung, Kraft. 2) zusammengesetzt aus φῶς Licht und τόνος Spannung, Kraft.

abgestorbenen Zustande ein und zwar infolge von Spannungen, die zwischen zwei mit einander verbundenen Geweben entstehen, indem sich dieselben beim Austrocknen während des Absterbens ungleich zusammenziehen, dann bei jedem Eintritt von Feuchtigkeit immer wieder in dem früheren Grade ausdehnen. Die Bewegung beruht also auf der ungleichen Quellung und Schrumpfung von Zellmembranen bei Aufnahme und Verlust von Imbibitionswasser (§. 213.). Hierher gehört das Aufspringen der meisten Kapseln, Antheren und Farnsporangien, welche sich im Trocknen öffnen und bei Benetzung mit Wasser wieder schließen, ferner die Ausbreitung der Haarkronen vieler Compositenfrüchte beim Austrocknen, wodurch dieselben sich aus der Hülle des Köpfchens herausheben. Umgekehrt sind die Stengelzweige der Jerichorose (*Anastatica hierochuntica*) und die Peridie des Erdsterns (*Geäster hygrometrĭcus*) im frischen Zustande ausgebreitet, bei Trockenheit zusammengezogen zu einer kugelförmigen Masse, die der Wind leicht auf dem Boden forttreibt. Torsionsbewegungen, die beim Austrocknen eintreten, bei Wasseraufnahme wieder rückgängig werden, beschreiben die gedrehten Grannen von *Avĕna*, *Stipa* ꝛc. und die Fruchtfortsätze von *Erodium* und *Geranium*, wodurch das Einbohren der Früchte dieser Pflanzen in den Boden befördert wird (S. 333). Diese Theile machen ihre Torsionen schon beim Wechsel der Luftfeuchtigkeit und werden deshalb als Hygrometer benutzt.

B. Elasticitätsbewegungen.

§. 224 Diese Bewegungen beruhen auf der plötzlichen Ausgleichung einer Spannung elastischer Pflanzentheile im lebenden Zustande. Durch Zunahme des Turgors oder des Wachsthums saftreicher Gewebe wird nach und nach eine hohe Spannung dann erzeugt, wenn ein äußerer Widerstand in der Verwachsung oder in der Lage der Theile die durch die Ausdehnung des Gewebes angestrebte Richtungsveränderung hindert, bis endlich die Kraft der Spannung so groß wird, daß sie das Hinderniß überwindet, und die Theile mit einer plötzlichen und gewaltsamen Bewegung sich in die angestrebte Lage versetzen. Dahin gehören die Staubgefäße der Urticeen, welche in der Knospe eingekrümmt und unter dem Fruchtknoten eingeklemmt sind, bis sie mit plötzlichem Ruck sich gerade strecken und den Blütenstaub fortwerfen, ferner die Fruchtklappen von *Impatiens*, welche elastisch aufspringen, indem sie sich plötzlich uhrfederartig nach innen rollen und ihre Samen weit fortschleudern, ferner die Früchte der Spritzgurke (*Momordica elatĕrium*), wo der Fruchtstiel aus der in hoher Spannung befindlichen reifen Frucht gleich einem Stöpsel herausgetrieben und der Saft mit den Samen hervorgespritzt wird; endlich auch die Sporenschläuche vieler Ascomyceten, die infolge steigender Turgescenz plötzlich zerreißen, wodurch die Ejaculation der Sporen bewirkt wird, das Sporangium von *Pilobŏlus*, welches bei dem plötzlichen Zerreißen seiner saftreichen hochgespannten Trägerzelle durch das Hervorschießen der Inhaltsflüssigkeit derselben bis zu 105 cm Höhe empor bombardirt wird.

C. Nutationen[1].

§. 225. Wir verstehen hierunter diejenigen Bewegungen, welche die Theile jedesmal bei ihrer Entwickelung aus der Knospe ausführen müssen, um in die ihnen bestimmte Stellung und Richtung zu gelangen und die zum Theil auch an den erwachsenen Organen noch periodisch fortdauern und als rein autonome Bewegungen (§. 222.) sich kennzeichnen. Sehr viele aus der Knospe sich entwickelnden Organe müssen eine einmalige solche Krümmung beschreiben, um die in der Knospe eingekrümmten oder eingerollten Theile auszubreiten. Je nach der Knospenlage muß dabei entweder die morphologische Oberseite convex werden, also sich stärker ausdehnen (epinastisch[2]) oder es muß dies an der morphologischen Unterseite geschehen (hyponastisch[3]). Die Stengel mancher Keimpflanzen, besonders von Leguminosen, haben an der Spitze eine hakenförmige Einkrümmung, die den jungen Theilen an der Spitze beim Hervor-

1) Von nutāre auf und niederneigen. 2) ☞ Seite 563, Note 1. 3) ☞ Seite 563, Note 2.

brechen aus dem Samen und aus der Erde und gegen andere mechanische Wider- §. 223.
stände einen Schutz gewährt; dieselbe wird in dem sich verlängernden Theile wieder ausgeglichen, wobei bisweilen eine ebenfalls vorübergehende geringere Krümmung nach der entgegengesetzten Seite eintritt und dadurch eine S förmige Gestalt des Sprossgipfels entsteht. Solche undulirende Nutationen setzen sich namentlich beim Wachsen im Dunkeln auch über mehrere Internodien in wellenförmiger Form fort, wobei die Krümmungsebenen der Internodien in Beziehung zu den Insertionsebenen ihrer Blätter stehen. Bei vielen Pflanzentheilen besteht aber die Nutation nicht in einer einmaligen Krümmung, sondern es wird dieselbe Bahn der Bewegung mehrere Male durchlaufen. Beim Oeffnen der Knospen kommt dies an Blättern vor, z. B. bei *Aesculus*, wo die Blättchen in der Knospe aufrecht liegen, dann um einen Halbkreisbogen sich abwärts schlagen, um sehr bald sich wieder zu erheben in die abstehend ausgebreitete Lage. Ferner bei den mit den Befruchtungsvorgängen in naher Beziehung stehenden Bewegungen der Staubgefäße von *Ruta*, *Dictamnus*, *Geranium*, *Parnassia*, *Saxifraga*, welche beim Aufblühen von dem Pistille sich entfernen, dann wieder demselben sich nähern, um nach Entleerung des Pollens wieder in die ausgebreitete Stellung zurückzukehren. Sehr häufig beschreiben aber die Spitzen wachsender Stengel und viele Blätter entweder pendelartige Hin- und Herschwingungen oder ungefähr elliptische oder kreisförmige Linien. Man kann beide Arten der Bewegung unterscheiden als pendelartige Nutation und rotirende oder revolutive Nutation oder Circumnutation, doch gehen beide bisweilen in einander über, und letztere zeigt oft unregelmäßige gezackte oder verschlungene Linien. Am auffallendsten sind die Circumnutationen an den Stengeln der Schlingpflanzen und an den Ranken, wo sie zur Auffindung einer Stütze vortheilhaft sind, auch bei Ausläufern, welche mittelst derselben leichter durch Hindernisse hindurchkommen. Der weit überhängende, oft bis zu 90° abgelenkte Sprossgipfel bewegt sich wie ein Uhrzeiger im Kreise herum, wobei bisweilen ein Umlauf in kaum zwei Stunden, bei anderen Pflanzen erst in einer größeren Anzahl Stunden vollendet wird; bei vielen anderen Pflanzen betragen die Amplituden der Circumnutation der Stengelspitzen nur wenige Millimeter. Pendelartige Nutationen beschreiben viele durch Gelenke bewegliche Blättchen (Fig. 620.) im erwachsenen Zustande. Das merkwürdigste Beispiel bieten die stetigen raschen Bewegungen, in denen sich die Blättchen von *Hedysarum gyrans* befinden; die elliptischen Bahnen, deren lange Achse ungefähr parallel dem Hauptblattstiele liegt, werden bei 35° C in je 85 bis 90 Secunden, bei 28—30° C in je vier Minuten vollendet, während bei 22° C die Bewegung aufhört. Auf- und Niederschwingungen machen auch die Blättchen von *Oxalis* und *Trifolium*, aber je eine binnen ungefähr einer bis einigen Stunden, bei anderen Blättern mit beweglichen Blättchen in noch längerer Zeit. Die pendelartigen Nutationen entstehen offenbar dadurch, daß in der beweglichen Zone zwei entgegengesetzte Seiten abwechselnd relativ länger werden. Auch bei der Circumnutation wird die rotirende Stengelspitze nicht etwa infolge von Torsion des angrenzenden Stengelstückes bewegt, denn eine solche findet nicht statt; vielmehr umläuft hier die relativ stärkere Verlängerung einer Seite den beweglichen Theil des Stengels. Denn eine mit Tusche auf den letzteren aufgetragene Längslinie nimmt dabei keine spiralige Richtung an, vielmehr werden successiv die nach Nord, Ost, Süd, West gekehrten Kanten die relativ längsten und jede wird einmal die bei der Bewegung vorausgehende. Die Nutationen sind Turgescenzbewegungen überall da, wo sie an Organen stattfinden, die ihr Wachsthum bereits eingestellt haben, also bei den Blättchen mit beweglichen Gelenken. Sie beruhen hier darauf, daß auf der einen Seite die Expansion zunimmt, während sie im antagonistischen Gewebe abnimmt, also nicht auf einer Zunahme der Gesammtspannung, weil die Biegungsfestigkeit der Gelenke nicht zunimmt. Diejenigen Nutationen dagegen, welche in wachsenden Theilen stattfinden, sind jedenfalls Wachthumsbewegungen, womit im Einklange steht, daß oft die Zone der Bewegung mit derjenigen stärksten Wachsthums zusammenfällt. Aber Turgescenz scheint auch bei diesen Nutationen mit betheiligt, denn eine eben angestrebte Bewegung wird durch Einlegen des Theiles in Salzlösung (Verminderung des Turgors) vermindert, durch Injection mit Wasser (Erhöhung des Turgors) verstärkt.

Bei der Entwickelung mancher Pflanzentheile kommen autonome Bewegungen vor, welche keine Krümmungen sind, sondern z. B. ein spiraliges Aufrollen an den Stielen der weiblichen Blüten von *Vallisneria* (Fig. 385.), an den nicht um eine Stütze gewundenen Ranken ꝛc. Ferner Drehungen oder Torsionen, infolge deren das Organ gerade bleibt, aber sich um seine Achse dreht, so daß die der Länge nach gerichteten Linien auf der Oberfläche desselben spiraligen Verlauf annehmen. Sie kommen dadurch zustande, daß die peripherischen Theile sich stärker als die inneren in die Länge strecken. So an vielen Stämmen unabhängig von den Nutationen, womit ein schiefer Verlauf der Holzfasern zusammenhängt, an vielen langgestreckten Blättern und an den gedrehten Blumenkronen von *Convolvulus*, den gedrehten Blumenblättern von *Cyclámen* ꝛc.

D. Das Winden der Schlingpflanzen und Ranken.

§. 226. Viele hoch emporwachsende Pflanzen, welche einen nicht genügend tragfähigen Bau haben, um sich in aufrechter Stellung zu halten, gewinnen die letztere dadurch, daß sie Organe besitzen, welche sich durch Umschlingen um fremde Körper anklammern. Dieses Umschlingen wird nun eben durch eine Bewegung erzielt, bei welcher das anfangs gerade Organ sich spiralig um die Stütze legt und welche als Winden bezeichnet wird. Es handelt sich hier entweder um windende Stengel oder um Ranken.

I. **Schlingpflanzen.** Die windenden Stengel führen mit ihrem im Wachsthume begriffenen oberen Ende Krümmungen aus, vermöge deren sie um eine Stütze in spiraliger Richtung emporwachsen. Diese Krümmungen sind die gewöhnlichen Nutationen (§ 225.), welche gerade bei den Schlingpflanzen sehr bedeutend sind, indem der wachsende Sproßgipfel in einem weiten Bogen überhängt und im Kreise sich herumdreht. Diese Bewegung erleichtert dem Stengel das Auffinden einer Stütze und führt dann zum Winden. Mit der Richtung der Nutation hängt auch die Richtung des Windens zusammen; die meisten Schlingpflanzen sind linkswindend; rechtswindend ist z. B. der Hopfen. Aber die Nutation allein erklärt das Winden nicht, denn auch viele nicht windenden Stengel nutiren. Wie Schwendener gezeigt hat, führt zum Winden eine Greifbewegung, welche bei den Schlingpflanzen mit der Nutation verbunden ist. Die nutirende Spitze wird nämlich zeitweise derart nach innen gekrümmt, daß sie gegen die Stütze gedrückt wird. Zwischen dem unteren Contactpunkte und dem oberen steht dann ein Stengelstück von einem Bogen von 120—200° frei von der Stütze ab. Aber durch den Widerstand, den die nach innen strebende Endknospe an der Stütze findet, entsteht eine Spannung, der zufolge der am unteren Contactpunkt befindliche Theil des Stengels nach der Stütze zu gezogen wird und der Contactpunkt am Stengel vorrückt. Eine zweite in dem gleichen Sinne wirkende Ursache des Windens ist der Geotropismus (§. 230.). Die aufrichtende Wirkung desselben hat zur Folge, daß der am unteren Contactpunkte befindliche Theil des Stengels sich aufwärts gegen die Stütze krümmt und daß dadurch ebenfalls der Contactpunkt vorrückt. Darum winden auch Pflanzen nie von oben nach unten, auch nicht um horizontale Stützen und überhaupt nicht um Stützen unter einer gewissen Neigung, die bei manchen Pflanzen 20°, bei anderen 40° beträgt. Da bei der Greifbewegung die Endknospe gewöhnlich höher liegt als der untere Contactpunkt, so wird der Stengel beim Heranziehen an die Stütze zugleich nach oben gezogen, und das Gleiche findet infolge der aufrichtenden Wirkung des Geotropismus statt. Eine nothwendige, geometrische Folge hiervon ist, daß der Stengel eine der Windungsrichtung gegenläufige Torsion bekommt, welche aus geometrischen Gründen für jeden Windungsumlauf um so größer wird, je dicker die Stütze ist; z. B. bei *Calystegia* pro Windung gewöhnlich ca. 430°, aber bei größtmöglicher Dicke der Stütze, nämlich von 2,5 cm Durchmesser, 700—800°. Wenn eine Stütze zu dick ist, um von dem greifenden Bogen des nutirenden Sproßgipfels erfaßt werden zu können, so kann kein Winden zustande kommen. Die Umwindbarkeit einer Stütze richtet sich also nach der Länge des nutirenden Gipfels, und diese ist bei den verschiedenen Pflanzen verschieden, am größten an den Endtrieben der tropischen Lianen, die deshalb Bäume umschlingen können; *Phaseolus multiflorus* umwindet z. B. noch Stangen

von 8 – 10,5 cm, aber nicht mehr solche von 24 cm Durchmesser, *Calystegia dahurica* höchstens solche von 2,5 cm. Die Neigung der Windungen wird um so steiler, je dünner die Stütze ist, weil mit abnehmender Dicke der letzteren der Spielraum für die geotropische Aufwärtskrümmung sich vergrößert; bei 4 mm Durchmesser der Stütze beträgt die Neigung von *Calystegia dahurica* ca. 70 – 75°, bei noch dünneren Stützen 85° und mehr. Die windenden Stengel zeigen gegen Contact oder Druck eines fremden Körpers keine Reizbarkeit, ihre Bewegung wird also auch nicht wie bei den Ranken durch Contactreiz hervorgebracht. Bemerkenswerth ist die sehr geringe heliotropische (§. 231.) Wirkung des Lichtes auf die Stengel der Schlingpflanzen, was hier vortheilhaft ist, weil sonst die Stengel bei einseitiger Beleuchtung von den Stützen abgelenkt werden würden; nur insofern ist bei einigen Schlingpflanzen eine schwache Lichtempfindlichkeit vorhanden, als bei einseitiger Beleuchtung die dem Lichte zugewendete Bahn einer Windung etwas schneller als die dem Lichte abgewendete durchlaufen wird. Die oben erwähnten gegenläufigen Torsionen sind an jedem regelmäßig gewundenen Stengel vorhanden. An manchen kommen aber auch Torsionen vor, welche der Nutation gleichsinnig sind; solche entstehen in den Zeiten, wo der Stengel keine Stütze umwindet. §. 226.

II. **Das Winden der Ranken und ähnlicher reizbarer Theile.** Die zum Anklammern an fremden Körpern dienenden Ranken (§ 94.) führen ihre die Stütze umwindenden Bewegungen infolge eines Reizes aus, den der Contact mit jener ausübt. Wo an Ranken Nutationen (§. 225.) vorkommen, da dienen diese nur zur leichteren Auffindung einer Stütze. Erst durch den Contact mit der letzteren tritt das spiralige Umwinden ein, und bei den meisten Ranken ist nur eine Seite, nämlich die concave, reizbar. Die durch den Contactreiz bewirkte Concavkrümmung an der berührten Seite pflanzt sich noch ein Stück auf den folgenden Theil der Ranke fort, der dadurch ebenfalls eine Krümmung in demselben Sinne erleidet. Auf diese Weise kommen immer neue Punkte mit der Stütze in Berührung und werden dadurch direct gereizt, so daß nach und nach der freie Theil der Ranke sich aufwindet. Nach der Umschlingung geht mit dem Längenwachsthum der Ranke das Bestreben engere Windungen zu bilden fort, weshalb die umschlungenen Körper gedrückt, beziehendlich zusammengeknittert werden und gewundene Ranken nach Befreiung von der Stütze zahlreichere Windungen annehmen. Dauert ein Reiz nur kurze Zeit, so gleicht sich die eingetretene Krümmung wieder aus, und die Ranke ist dann für neue Reize empfindlich. Bei *Passiflora* genügt schon eine Reizung von 25 Secunden Dauer, um wahrnehmbare Bewegung zu erzeugen; bei vielen anderen Pflanzen erst mehr als eine Stunde. Die Qualität des als Reiz wirkenden festen Körpers ist gleichgültig; Wassertropfen sind wirkungslos. Die sehr empfindlichen Ranken von *Passiflora* reagiren schon auf 1,23 mgr Belastung, die anderer Pflanzen erst auf 4,05, beziehendlich 9,25 mgr. Das Winden der Ranken beruht auf einer Wachsthumsverlangsamung an der berührten reizbaren Seite, jedoch unter gleichzeitiger Betheiligung von Turgoränderungen, und zwar derart, daß letztere bei dem ersten Beginn der Krümmung allein thätig sind, weil diese sich durch Einlegen der Ranke in Salzlösung ausgleichen läßt, während die Krümmung, wenn sie weiter fortgeschritten ist, nur theilweise und in der ausgewachsenen Ranke gar nicht mehr sich ändert, weil sie dann durch Wachsthum fixirt ist. Umgekehrt vermehrt dagegen Injection mit Wasser die durch die Reizung angeregten Krümmungen.

Weitere Folgen des stattgefundenen Reizes machen sich bei den Ranken bemerkbar an der korkzieherartigen Einrollung, die der untere frei gebliebene Theil annimmt, und durch welche die Pflanze näher an die Stütze herangezogen wird. Auch scheint allgemein bei jeder Ranke, welche gefaßt hat, eine gewisse Erstarkung einzutreten, während solche, welche keine Stütze umwunden haben, nicht weiter entwickelt und oft zeitig abgeworfen werden. Doch rollen sich solche Ranken oft auch endlich spiralig ein, aber merklich später als der untere Theil derjenigen, welche gefaßt haben. Auch bei diesen Krümmungen sind Wachsthum und Turgor betheiligt.

Die Ranken von *Ampelopsis* und *Bignonia* klammern sich nicht durch Umwinden, sondern durch Haftscheiben, die sie an ihrer Spitze tragen und die sich

durch ein klebriges Sekret befestigen, an Baumstämmen, Mauern u. dgl. fest. Auch diese Haftscheiben entwickeln sich gewöhnlich erst infolge des Reizes, und Ranken, die dergleichen nicht entwickelt haben, sterben bald wieder ab.

Einige Pflanzen sind Blattkletterer, indem bei ihnen entweder die Blattstiele, wie bei *Clemātis*, *Tropaeŏlum*, *Solānum jasminoīdes*, *Fumaria officinālis*, oder eine hakenförmig verlängerte Blattspitze, wie bei *Gloriōsa* und *Flagellaria*, gleich einer Ranke reizbar und fähig sind sich um eine Stütze zu schlingen.

Die Windungen, welche die Stengel von *Cuscūta* um ihre Nährpflanzen beschreiben, scheinen durch einen Contactreiz hervorgerufen zu werden, desgleichen die an der Innenseite dieser Windungen sich bildenden Saugwurzeln (§. 240.).

E. Reizbewegungen.

§. 227. I. **Stoßreize.** Es giebt Pflanzentheile, welche infolge eines einmaligen mechanischen Reizes, nämlich einer Berührung oder Erschütterung eine Bewegung ausführen, die sofort nach der Reizung eintritt. Dahin gehören erstens manche durch Gelenke bewegliche zusammengesetzte Blätter. *Mimōsa pudīca* senkt bei Berührung den Hauptblattstiel herab, während die an demselben stehenden secundären Blattstiele sich nähern und deren Fiederblättchen nach vorn und oben sich zusammenschlagen. Aehnliches zeigen viele andere Mimoseen. In schwächerem Grade reizbar sind der Sauerklee (*Oxālis*) und die Robinie, bei denen sich auf kräftigere Erschütterungen nur die Blättchen abwärts schlagen. Nicht durch Gelenke, sondern durch die ganze Blattmasse wird die Reizbewegung ausgeführt bei der Fliegenfalle (*Dionaea muscipŭla*). Diese Pflanze hat wurzelständige Blätter mit breitgeflügeltem Blattstiel und fast rundlicher, zweilappiger, am Rande stachelig bewimperter Blattfläche; letztere ist auf ihrer Oberseite reizbar, indem die beiden Hälften bei der geringsten Berührung sich rasch zusammenlegen, so daß die Randstacheln ineinandergreifen und daß auf solche Weise etwa darauf gerathene Insekten (z. B. Fliegen) gefangen und so lange eingeschlossen werden, bis der Reiz aufhört, wenn die Insekten todt sind und sich nicht mehr bewegen. Endlich giebt es auch in den Blüten mancher Pflanzen sensitive Organe. Reizbare Staubfäden kommen vor bei *Berbĕris* und *Mahonia*, wo sie im ruhenden Zustand nach außen gerichtet, bei Berührung der reizbaren Basis der Innenseite sich rasch nach innen schlagen, so daß die Anthere auf die Narbe zu liegen kommt. Reizbarkeit zeigen auch die Staubgefäße von *Sparmannia africāna*, Arten von *Helianthēmum*, *Cistus*, *Cerĕus* und *Opuntia*, welche infolge einer Erschütterung eine gegen die Blumenblätter gerichtete Bewegung ausführen. Auch gehören hierher die Staubfäden von *Centaurēa* und verwandten Gattungen der Cynareen, wo dieselben zur Zeit, da der Griffel die Antherenröhre durchwächst, nach außen convex gekrümmt sind und sich infolge eines Reizes verkürzen und gerade strecken, wodurch die Antherenröhre jedesmal abwärts gezogen und so ein Theil des Pollens an der Spitze entleert wird. Reizbare Narben finden sich bei *Mimŭlus* und anderen Scrophularineen, Bignoniaceen ꝛc., wo die spreizenden Narben infolge einer Berührung sich zusammenschlagen. Bei allen diesen Pflanzen begiebt sich das gereizte Organ nach einiger Zeit, jedoch nur allmählich, wieder in die ursprüngliche Lage und ist dann für einen neuen Reiz empfänglich.

Die Ursachen dieser Bewegungen sind nur an den Hauptblattgelenken von *Mimōsa* und an den Staubfäden der Cynareen genauer erforscht. Bei ersterer Pflanze erkannte Brücke (1848) die Reizbewegung als Folge der mit Wasseraustritt verbundenen Erschlaffung der reizbaren unteren Gelenkhälfte, und bei dieser und bei den Cynareen zeigte Pfeffer (1873), daß die Bewegung beruht auf der veränderlichen Expansionskraft des Zellinhaltes der reizbaren Theile. Es besteht hiernach in den nicht gereizten Organen eine Gewebespannung, welche bei der Reizung durch das plötzliche Schwinden des Turgors vermindert und später durch den allmählich wieder steigenden Turgor hergestellt wird. Die Staubfäden der Cynareen sind nämlich im gereizten Zustande ansehnlich verkürzt, um 10—25, bisweilen bis um 30 %, und dabei findet keine entsprechende Zunahme der Dicke statt, so daß eine

Verringerung des Volumens vorliegt. Die Staubfäden bestehen aus einem centralen §. 227.
Gefäßbündel, welches von Parenchymzellen, die in Längsreihen liegen, umgeben wird. Im contrahirten Zustande sind die Längswände der letzteren nicht seitlich verbogen; sie besitzen nämlich eine hohe Elasticität, welche die Ausdehnung der Zelle im Turgorzustande und die Contraction derselben beim Schwinden des Turgors erklärt. In gleichem Sinne wirkt auch das Zusammenziehungsstreben des Gefäßbündels und der Epidermis, welche beide negativ gespannt sind. Die Verminderung des Volumens bedeutet, daß aus den sich contrahirenden Zellen Wasser aus- und in die zwischen denselben befindlichen Intercellulargänge eintritt, von wo aus es bei der Wiederverlängerung wieder aufgenommen wird. An den Hauptgelenken von *Mimōsa* ist nur die untere Gelenkhälfte reizbar, und dieses ist wieder derjenige Theil, welcher bei der Bewegung erschlafft und sich verkürzt. Diese Contraction tritt hier ein infolge der positiven Spannung der ihren Turgor beibehaltenden oberen Gelenkhälfte; auch das Gewicht des Blattes wirkt in gleichem Sinne. Es läßt sich auch hier nachweisen, daß aus den Parenchymzellen der reizbaren Gelenkhälfte bei der Reizung Wasser austritt und in die Intercellulargänge sich ergießt. Daß eine Erschlaffung im gereizten Gelenke Platz gegriffen, ergiebt sich auch aus der verminderten Biegungsfestigkeit, denn der Ausschlagswinkel, den das Blatt gegen den Stengel bildet beim Umkehren der Pflanze, ist 2—3 Mal größer, als im nicht gereizten Zustande. Verkleinerung der Zellen unter Auspressung von Wasser könnte nun auch durch Größerwerden der elastischen Kraft der Zellhaut bewirkt werden. An den Staubfäden der Cynareen hat aber Pfeffer gezeigt, daß dieses nicht der Fall ist, denn dasselbe angehängte Gewicht, welches die soeben durch Reiz contrahirten Fäden auf die frühere Länge ausdehnt, reicht auch gerade hin, um jede Contraction bei Reizung zu verhindern, und die Elasticität in dem soeben contrahirten Faden zeigt sich ebenso groß, wie in dem durch Chloroform unempfindlich gemachten nicht contrahirten. Die Ursache der Zusammenziehung der gereizten Zellen kann also nur liegen in einer Verminderung des Druckes, den der Zellinhalt gegen die Wand ausübt. Wie nun aber hier dieser Turgordruck, dessen Wechsel eben die Bewegung bedingt, zustande kommt, ist noch zu beantworten; es sind darüber zwei Vermuthungen aufgestellt worden: entweder daß eine active Contraction des Protoplasmas die Austreibung von Wasser zur Folge hat, daß also eine plötzliche Aenderung der Anziehungskraft des Plasmas zu Wasser vorliegt, oder daß es sich um eine Verminderung der osmotischen Wirksamkeit handelt, sei es daß bei der Reizung osmotisch wirksame Körper aus ihrer Lösung ausgefällt und dadurch unwirksam werden oder daß osmotisch weniger wirksame Stoffe in der Lösung entstehen. Das Wesen der Reizbarkeit würde aber dadurch noch nicht erklärt sein, denn die Aenderung der Expansionskraft des Zellinhaltes ist nicht die Reizbarkeit selbst. Man kann nämlich einen gereizten Pflanzentheil durch schnell aufeinanderfolgende Stöße gleichsam an den Reiz gewöhnen, so daß er während dieser Zeit dagegen nicht mehr empfindlich ist, oder man kann durch Chloroformirung die Wiederkehr der Reizbarkeit verhindern, und gleichwohl kehrt der Pflanzentheil durch allmähliche Zunahme der Expansionskraft der Zellen wieder in die ursprüngliche Stellung zurück. Es ist also neben den expandirenden Kräften noch ein unbekanntes Agens vorhanden, welches diese Kräfte vorübergehend zu vermindern vermag. Eine Aufklärung der Reizbarkeit ist auch nicht aus der eigenthümlichen Thatsache der inneren Fortleitung des Reizes auf andere Theile zu gewinnen, die bei *Mimōsa*, aber nicht bei anderen gegen Stoßreize empfindlichen Pflanzen besteht. Wenn man bei jener ein Endblättchen durch Berührung reizt, so schreitet die Bewegung in dem betreffenden Blattstrahle nach den übrigen Blättchen gegen die Basis hin weiter und setzt sich dann in den benachbarten Blattstrahlen in umgekehrter Richtung fort; später tritt am Hauptgelenke die Reizbewegung ein, und darnach kann der Reiz sogar auf alle übrigen Blätter der Pflanze sich fortsetzen. Diese Fortleitung findet in den Gefäßbündeln statt; denn Unterbrechung der Continuität der letzteren setzt auch jener ein Ziel, und Einstechen oder Einschneiden in ein Gefäßbündel der Blättchen, des Blattstieles oder des Stengels hat zur Folge, daß ein Wassertröpfchen hervortritt und die in der Nähe liegenden Blättchen sich bewegen, was beides unterbleibt, wenn nur Parenchym verletzt wird.

§. 227. II. **Contactreize und chemische Reize.** Es giebt einige Pflanzentheile, welche eine Bewegung ausführen nicht infolge eines einmaligen Stoßes, sondern eines dauernden Contactes mit einem fremden Körper, wobei bisweilen die chemische Beschaffenheit des letzteren von Einfluß ist. Außer den schon erwähnten Bewegungen der Ranken (§. 226.) gehören hierher noch folgende Erscheinungen:

1) Reizbarkeit der Wurzeln ꝛc. Wenn die wachsende Region einer Wurzel (§. 95.) an einen festen Körper angepreßt ist, so wird das Wachsthum derart beeinflußt, daß es an der berührten Seite sich verlangsamt und die Wurzel eine gegen den berührenden Körper hin gerichtete Krümmung annimmt. Am deutlichsten ist dies an den Luftwurzeln tropischer Orchideen, welche sich dadurch der Oberfläche ihres Substrates in jeder Richtung dicht anschmiegen. Das Umwachsenwerden der Erdpartikel durch die Wurzelhaare (§. 95.), das Anschmiegen der Pollenschläuche an die Narbe scheinen verwandte Erscheinungen zu sein. Eine andere Reizbarkeit zeigt dagegen die Wurzelspitze vieler Pflanzen gegen einseitige Verwundung: sie krümmt sich von der verwundeten Seite hinweg, wobei sie horizontal werden kann, wenn die Wurzel vertical stand.

2) Reizbarkeit der insektenfressenden Pflanzen (§. 240.). Die für den Insektenfang eingerichteten Organe von *Drosĕra*, *Pinguicŭla* und *Dionaea* sind nach Darwin gegen Contact mit einem beliebigen festen Körper und meist in höherem Grade noch gegen chemische Reize empfindlich. Als letztere wirken alle Eiweißstoffe, insbesondere Fleischstückchen, ferner die Ammoniaksalze und viele andere, jedoch nicht alle stickstoffhaltigen Körper, desgleichen auch Phosphate, während Wassertropfen unwirksam sind. Wenn derartige Körper eine Zeit lang mit den Köpfen der Drüsenhaare auf den Blättern der *Drosĕra* (Fig. 621.) und *Pinguicŭla* in Berührung sind, so nehmen die direkt gereizten Haare eine gegen die Mitte der Blattfläche gerichtete Krümmung an, die schon nach zehn Minuten wahrnehmbar, in ungefähr einer Stunde vollendet ist. Bei stärkerem Reiz krümmen sich auch benachbarte nicht direkt gereizte Haare, und bei solchen ist dann die Bewegung gegen das direkt gereizte Haar, auch wenn dieses nicht im Centrum steht, gerichtet, was für die Verdauung der gefangenen Insekten von Bedeutung ist, indem die Haare mit ihren secernirenden Drüsen gegen das Thier hingelenkt werden. Gleichzeitig macht auch das Blatt eine oberseits concave, bei den längeren Blättern von *Drosĕra intermedia* und *anglica* eine hakenförmige Krümmung gegen den berührenden Körper. Rührt der Reiz von einem chemisch indifferenten Körper her, so geht die Bewegung, auch ohne daß der letztere entfernt wird, wieder zurück und ist nach ungefähr Tagesfrist wieder ausgeglichen; bei chemischer Reizung dagegen hält die Reizstellung länger, bisweilen über sieben Tage an. Auch auf die oben erwähnten Blätter von *Dionaea* wirken chemische Reize und zwar kräftiger als mechanische. Zugleich mit der Reizung wird durch die chemischen Agentien, bei *Drosĕra* auch schon durch mechanischen Contact, die Secretion der verdauenden Stoffe (§. 240.) veranlaßt, während bei *Pinguicŭla* und *Dionaea* mechanische Reize zwar Bewegung, aber

Fig. 621.
Blätter von Drosĕra rotundifolia.
A im nicht gereizten Zustande, mit ausgebreiteten Drüsenhaaren. B im gereizten Zustande, mit den Haaren der einen Seite über ein gefangenes Insekt eingekrümmt. Nach Darwin.

keine Verdauungsthätigkeit bewirken. Bei der mechaniſchen wie bei der chemiſchen Reizung erfolgt zugleich mit der Bewegung in den Zellen der *Droſĕra*-Haare eine Ausſcheidung im Zellſaft, die wohl mit der erwähnten Sekretion in den Drüſenköpfen in Beziehung ſtehen mag. Der Zellinhalt wird plötzlich durch feine, aus Eiweißſtoffen beſtehende Partikel getrübt, die ſich zu größeren Ballen vereinigen; das eine wandſtändige Schicht bildende Protoplasma zeigt ſich dabei nicht verändert. Die Ausfällung beginnt in der gereizten Drüſe und ſchreitet im Haare von Zelle zu Zelle abwärts fort. In den nicht direkt gereizten Haaren muß der Reiz ſich zunächſt bis zur Drüſe hinauf fortpflanzen, denn zuerſt tritt in der Drüſe die Sekretion und darauf der Beginn der Ausſcheidung in den Zellen ein, die nun auch hier abwärts fortſchreitet. Erſt wenn die Haare ſich wieder gerade ſtrecken, werden die Ausfällungen wieder gelöſt, und zwar von unten nach oben fortſchreitend.

F. Schlaf- und Wachbewegungen, tägliche oder nyctitropiſche[1] Bewegungen.

An manchen Pflanzentheilen finden Bewegungen ſtatt, die mit dem täglichen Wechſel äußerer Verhältniſſe zuſammenhängen und zur Folge haben, daß dieſe Theile zu gewiſſen Tageszeiten andere Richtung und Lage haben, als zu anderen Tageszeiten. Bei vielen Pflanzen vollziehen ſich dieſe Bewegungen ungefähr mit dem Wechſel von Tag und Nacht, daher man die Stellung, welche die Theile während des Tages einnehmen, das Wachen oder die Tagſtellung, diejenige, in welcher ſie ſich des Nachts befinden, die Schlaf- oder Nachtſtellung, die Erſcheinungen überhaupt den Pflanzenſchlaf nennt. Die Erſcheinung kommt erſtens an grünen Blättern vor; in ſchwachem Grade vielleicht allgemein, aber nur bei einigen Pflanzen beſonders merklich. Hier nehmen die Theile in der Nacht eine der Verticalen genäherte Stellung ein. Am auffallendſten iſt dies an vielen durch Gelenke beweglichen Blättern und Blättchen. Soweit dieſe mechaniſch reizbar (§. 227.) ſind, entſpricht die Schlafſtellung ungefähr der Reizſtellung; ſo bei *Mimōsa*, *Oxălis*, *Robinĭa*. Auch bei vielen nicht reizbaren Blättern ſchlagen ſich wie bei *Mimōsa* die Blättchen gegen die Blattſpitze hin mit den Oberſeiten aufeinander, ſo bei *Acacĭa*, *Arăchis*, *Erythroxўlon* ꝛc., oder nach abwärts, wie bei den Lupinen, bei *Phaseōlus*, *Cassĭa*, *Desmodĭum* ꝛc., und wo hier der Hauptblattſtiel ein Gelenk hat, pflegt ſich derſelbe gleichzeitig zu erheben. Oder die Blättchen ſind in der Nachtſtellung aufwärts zuſammengeſchlagen, wie bei *Trifolĭum*, *Medicāgo*, *Lotus*, *Marsilĭa*. Auch viele einfache Blätter ohne Gelenke, wie die von *Impatĭens*, *Nicotiāna*, *Chenopodĭum*, ſchlafen nachts, indem ſie durch Krümmung des Blattſtieles ſich in mehr oder weniger verticale Stellung erheben, und die gleiche Schlafbewegung kommt ſogar manchen Kotyledonen zu, wie denjenigen von *Trifolĭum* und andern Papilionaceen, *Oxălis*, *Brassĭca*, *Stellarĭa*, *Geranĭum* ꝛc. Zweitens machen viele Blüten nyctitropiſche Bewegungen; ſie öffnen und ſchließen ſich zu gewiſſen Tagesſtunden, indem die Blätter oder Zipfel der Blumenkrone oder des Perigons täglich einmal ſich von einander entfernen und nach außen krümmen, und einmal ſich wieder einander nähern. Bei vielen Compoſiten iſt es das ganze Blütenköpfchen, welches ſich durch die aus- und einwärts gehenden Krümmungen der Blumenkronen der Strahlblüten öffnet und ſchließt. Bei den verſchiedenen Pflanzenarten erfolgt dies zu beſtimmten Tagesſtunden, worauf Linné eine Blumenuhr gegründet hat. So öffnet ſich z. B. *Nymphaea alba* früh ſieben Uhr und ſchließt ſich nachmittags fünf Uhr, *Hemerocăllis fulva* blüht von früh fünf bis abends ſieben oder acht Uhr, *Calendŭla* von früh neun bis nachmittags drei Uhr, Flachs von früh fünf oder ſechs Uhr bis kurz vor Mittag, *Lactūca satīva* von früh ſieben bis früh zehn Uhr, *Cactus grandiflōrus* von abends ſieben Uhr bis Mitternacht. Manche ſolcher Pflanzen öffnen aber ihre Blüten gar nicht, wenn das Wetter trübe oder kühl iſt (ſ. unten). Die Schlafſtellungen haben für die betreffenden Pflanzen einen gewiſſen Nutzen; denn die grünen Blätter werden nach Darwin in kühlen Nächten in der verticalen §. 228.

1) Zuſammengeſetzt aus νύξ, νυκτός Nacht und τρέπειν wenden.

§. 228. schlafenden Stellung weniger beschädigt, als wenn sie gewaltsam in der Tagstellung festgehalten werden, was auf eine geringere Abkühlung durch Strahlung in der Schlafstellung hindeutet; und den Blüten dürfte der nächtliche Schluß einen Schutz für die Sexualorgane gewähren.

Die Mechanik dieser Bewegungen beruht auch hier bei den durch Gelenke beweglichen grünen Blättern auf Turgescenzänderungen, bei den übrigen grünen Blättern und den Blütentheilen dagegen auf Wachsthumsdifferenzen in den antagonistischen Seiten der bewegungsfähigen Zone. Denn in den Gelenken findet im erwachsenen Blatte, wo die täglichen Bewegungen erfolgen, kein Wachsthum mehr statt, und durch Einlegen in Salzlösung (Aufhebung des Turgors) werden diese Bewegungen rückgängig. In den übrigen Theilen dagegen dauert während der Bewegungsfähigkeit das Wachsthum an, und Aufhebung des Turgors vermag hier die Bewegungen nur theilweise rückgängig zu machen. Mag nun die Bewegung auf Turgescenz oder Wachsthumsänderungen beruhen, die Nachtstellung kommt in beiden Fällen zustande weder wie die Reizbewegung durch Erschlaffung, noch wie die Nutationen durch Zu- und Abnahme der im ganzen gleichbleibenden Expansionskraft in den beiden antagonistischen Geweben, sondern wie Pfeffer gezeigt hat, dadurch, daß die Expansionskraft in beiden antagonistischen Hälften zunimmt, jedoch relativ schneller in derjenigen Hälfte, welche durch ihre stärkere Ausdehnung den Ausschlag bei der Bewegung giebt. Umgekehrt wenn die Bewegung in die Tagstellung zurückkehrt, nimmt die Turgescenz des Gelenkes ab, jedoch schneller in der vorher begünstigten Hälfte, und bei den Wachsthumsbewegungen wird dann das mittlere Wachsthum verlangsamt, aber so daß nun die entgegengesetzte Hälfte relativ beschleunigter wächst.

Die zu den Schlaf- und Wachbewegungen führenden Expansionsänderungen werden bei den Blättern und den meisten Blüten durch den täglichen Beleuchtungswechsel verursacht und regulirt. In constanter Dunkelheit oder constanter Beleuchtung gehen diese Bewegungen noch eine Zeitlang fort unter allmählicher Verminderung der Amplitude und bei gleichbleibender oder um Stunden länger oder kürzer werdender Bewegungsdauer. Bei Blättern, welche Nutationen (§. 225.) haben, dauern dann zuletzt nur noch diese fort; bei Organen, wo solche nicht vorhanden sind, tritt endlich fast völlige Ruhelage, ungefähr der Tagesstellung entsprechend, ein; so bei den Blüten von *Bellis* schon nach einem bis zwei, bei denen von *Oxălis rosĕa* nach drei bis vier, bei den Blättern von *Acacĭa lophāntha* und *Impatiens* nach fünf Tagen constanter Dunkelheit oder constanter Beleuchtung. Die auf diese Weise bewegungslos gemachten Organe sind aber noch immer paratonisch empfindlich: wenn die in fortwährender Beleuchtung gehaltenen verdunkelt werden, so tritt in $^3/_4$ bis 2 Stunden mehr oder weniger vollständige Nachtstellung ein, und die in dauernder Dunkelheit gebliebenen Blätter von *Acacĭa lophāntha* und *Impatiens* zeigen nach $^1/_2$stündigem Beleuchten auf nun eintretende Verdunkelung deutliche Schlafbewegung. Blüten von *Oxălis rosĕa*, die sich in constanter Dunkelheit entwickeln, zeigen hier keine nyctitropischen Bewegungen, wohl aber nachdem sie ans Tageslicht gebracht worden sind. Die nach Aufhören eines täglichen Beleuchtungswechsels noch einige Zeit fortdauernden Bewegungen sind daher als Nachwirkungen der täglichen Periode zu betrachten, in den antagonistischen Geweben ist aber eine zur Zeit nicht näher zu erklärende Reactionsfähigkeit gegeben, vermöge welcher durch Beleuchtungswechsel die zu den Bewegungen führenden Expansionsänderungen inducirt werden. An Organen, die durch constante Beleuchtung bewegungslos gemacht worden sind, bringt bei eintretendem Beleuchtungswechsel die erste Verdunkelung nur erst eine schwache Bewegung hervor; so betrug der Krümmungswinkel an den Blättern von *Siegesbeckĭa* am ersten Tage 10—30°, am zweiten 15—45°, am vierten 40—80°, am fünften 70—100°. Folglich entsteht die ansehnlichere Amplitude der täglichen Bewegung durch Summirung der täglichen gleichsinnigen Wirkungen und durch deren Zusammengreifen mit den gleichsinnigen Nachwirkungen, ähnlich wie die Schwingungen des Pendels sich allmählich verstärken, wenn immer neue Stöße rechtzeitig eintreffen. Daher erklärt sich auch der verschiedene Erfolg, den neuer Beleuchtungswechsel hat, je nach der Zeit, zu welcher er in den Rhythmus der schon im Gange befindlichen Bewegung eingreift. So hat

eine Verdunkelung in den Nachmittagsstunden eine sehr ansehnliche Bewegung, in den Morgenstunden zunächst nur geringen Effect zur Folge; aber man kann endlich sogar durch Beleuchtung während der Nacht und Verdunkelung am Tage die Schlaf- und Wachbewegungen vollständig umkehren.

Bei den Blüten von *Crocus* und *Tulipa* werden die zu den Schließ- und Oeffnungsbewegungen führenden Wachsthumsänderungen durch Temperaturschwankungen hervorgerufen, und zwar bringt Abkühlung Schließung, Erwärmung Oeffnen der Blüten zustande. Zwar sind diese Blüten auch gegen Licht empfindlich, aber sehr schwach, so daß Abkühlung auch im Lichte, Erwärmung auch im Dunkeln in der angegebenen Weise wirkt. Auch viele andere Blüten mit Schlafbewegung sind für Temperaturschwankungen empfindlich, bei ihnen aber überwiegt der Lichteinfluß, wenn nicht ungewöhnlich niedere Temperatur herrscht. Im Freien summiren sich also die Wirkungen der Dunkelheit und der Abkühlung am Abend sowie die der Beleuchtung und der Erwärmung am Morgen.

G. Geotropismus und Heliotropismus.

§. 229. Auf das Wachsthum der meisten Pflanzentheile üben die Anziehungskraft der Erde und die Lichtstrahlen einen richtenden Einfluß aus; es werden durch diese Kräfte Wachsthumsbewegungen hervorgebracht, deren Folge die gesetzmäßigen Stellungen sind, welche die Pflanzen an allen Punkten der Erde zur Lothlinie und gegen das Licht einzunehmen pflegen. Die vertical aufrechte oder die horizontale Stellung der Stengel und der Zweige, die abwärts gerichtete der Wurzeln ist namentlich für die auf dem Erdboden wachsenden Pflanzen nothwendig oder vortheilhaft und wird denn auch bei diesen allgemein gefunden, während Pflanzen, die auf Substratflächen aller möglichen Richtungen zu wachsen pflegen, wie die aus Baumästen hervorwachsenden Stengel der Mistel und die Fruchtträger von Schmarotzer- und Schimmelpilzen, für welche solche bestimmte Richtungen zum Horizonte unnöthig oder nachtheilig sein würden, auch nicht oder schwach durch jene Kräfte gerichtet werden. Wir nennen die Fähigkeit eines Pflanzentheiles sich unter der Einwirkung der Gravitation durch sein Wachsthum in eine bestimmte Stellung zur Richtung, in welcher diese Kraft wirkt (Lothlinie) zu versetzen, Geotropismus[1], und bezeichnen solche Theile als geotropische; die Fähigkeit in derselben Weise eine bestimmte Stellung zu der Richtung der Lichtstrahlen einzunehmen heißt Heliotropismus[2], und solche Theile werden heliotropische genannt. Wir unterscheiden mehrere Arten Geotropismus und Heliotropismus, je nach der Stellung des Pflanzentheiles, die dabei als Ziel der Bewegung sich ergiebt.

§. 230. I. **Gewöhnlicher Geotropismus** oder **Longitudinalgeotropismus.** Zahlreiche Pflanzentheile haben die Fähigkeit sich so zu krümmen, daß ihre Längsachse immer in die Richtung, in welcher die Anziehungskraft der Erde wirkt, also in die Verticale gestellt wird (orthotrop, §. 222.). Entweder erfolgt die Bewegung so, daß die Spitze nach oben sich bewegt, daß also, wenn der Pflanzentheil anfänglich horizontale oder schiefe Richtung hat, die dem Erdmittelpunkte zugekehrte Seite desselben sich stärker ausdehnt, convex wird und die zenithwärts liegende sich concav krümmt so lange bis der Pflanzentheil sich vertical aufgerichtet hat. Oder die Spitze wird dem Erdcentrum zugekehrt, indem die zenithwärts gelegene Seite convex, die entgegengesetzte concav wird, bis das Organ mit seiner Längsachse in senkrecht abwärts gekehrte Richtung gelangt ist. Jene Bewegung nennt man positiven, diese negativen Geotropismus. Die betreffenden Pflanzentheile vollenden diese Bewegungen in der Regel schon gleich bei ihrer Entwickelung, also während die Keimtheile aus dem Samen oder die treibenden Theile aus dem Mutterorgan hervortreten. Indessen sind die geotropischen Theile auch späterhin, nämlich so lange als ihr Wachsthum andauert, zu ihren Bewegungen befähigt, und führen solche in entsprechender Weise aus, wenn sie während dieser Zeit aus ihrer natürlichen Richtung abgelenkt worden sind. So wenden sich vertical abwärts

1) Zusammengesetzt aus γῆ Erde und τρέπειν wenden. 2) zusammengesetzt aus ἥλιος Sonne und τρέπειν wenden.

§. 230. gewachsene Wurzeln, wenn sie in gerade umgekehrte Richtung gestellt werden, mit ihrer wachsenden Spitze in einem Halbkreise nach unten, so daß sie dann wieder in der natürlichen Richtung weiter wachsen, und aufrechte Stengel beschreiben die entgegengesetzte halbkreisförmige Krümmung, wenn sie in vertical abwärts gerichtete Stellung versetzt worden sind. Negativ geotropisch sind die Stengel der Keimpflanzen, sowie die Hauptstengel der meisten Pflanzen, die eben dadurch ihre allerorts verticale Richtung gewinnen; ferner die Stiele der meisten Blätter, sowie ganze Blätter, besonders die nicht bilateral (§. 8.) gebauten und die unmittelbar aus dem Boden oder aus der Basis des Stengels hervorkommenden. Unter den Pilzen gilt dies besonders von den Fruchtträgern der auf dem Erdboden wachsenden Schwämme. Positiv geotropisch sind die Hauptwurzeln aller Keimpflanzen, sowie manche abwärts wachsenden Rhizome.

Der Beweis, daß allein die Anziehungskraft der Erde diese Bewegungen und Richtungen der Pflanzen verursacht, liegt erstens darin, daß dieselben überhaupt zu keiner anderen Kraft als zur Gravitation in constanter Beziehung stehen, denn sie treten auch im vollkommen dunkeln Raume ein, und führen an allen Punkten der Erdkugel und auch dann, wenn das Substrat nicht horizontal steht oder wenn die Pflanzen ganz ohne Substrat, z. B. frei aufgehängt sich entwickeln, zu senkrechter Richtung der Theile. Zweitens ist der Beweis in exacter Weise durch die Versuche Knight's (1806) erbracht worden; wenn man nämlich die Gravitation durch eine starke Centrifugalkraft überwindet, nämlich Samen keimen läßt auf einem schnell rotirenden Rade, so wachsen die Pflanzen in dem Sinne wie die Schwerkraft jetzt durch die Centrifugalkraft ersetzt ist, d. h. es wachsen, gleichgültig welche Stellung das Rad zum Horizonte hat, die Wurzeln in radialer Richtung die Achse des Rades fliehend, die Stengel in der entgegengesetzten radialen Richtung nach dem Mittelpunkte des Rades hin. Oder wenn man die Wirkung der Gravitation auf die Pflanze dadurch eliminirt, daß man sie auf einem um eine horizontale Achse drehbaren Rade unter Vermeidung einer Centrifugalwirkung, also langsam rotiren läßt (Klinostat), so wachsen sowohl Stengel als Wurzeln der Keimpflanzen, die man mit ihrer Achse parallel der Radachse befestigt hat, in der gegebenen horizontalen Richtung weiter, weil beide Theile ebenso lange von der einen, wie von der entgegengesetzten Seite der Wirkung der Gravitation ausgesetzt werden.

Frühere Forscher erklärten den positiven Geotropismus als eine passive Bewegung, welche die Pflanzentheile gleich einer breiartigen Masse unter der Wirkung ihrer eigenen Schwere erleiden, den negativen als Folge der stärkeren Ernährung, welche in der nach unten gekehrten Seite deshalb stattfinde, weil die Säfte ihrer Schwere zufolge nach unten drücken. Durch mich wurde bewiesen, daß beide active Bewegungen, nämlich Wachsthumsbewegungen sind, die mit Erzeugung von Kraft verbunden sind, durch welche äußere Arbeit geleistet, Widerstände überwunden werden. Damit steht auch im Einklange, daß die geotropischen Bewegungen allgemein nur in noch wachsthumsfähigen Organen stattfinden. Theile, welche ihr Wachsthum bereits abgeschlossen haben, zeigen diese Bewegungen nicht mehr, und auch wenn das Wachsthum aus äußeren Gründen sistirt ist, z. B. in sehr niedriger Temperatur oder wenn die Wurzel durch Abschneiden ihrer Spitze verletzt ist, bleiben die Bewegungen aus. Schon kurze Zeit nach ihrem Beginne lassen sich die geotropischen Krümmungen durch Plasmolyse (S. 552) nicht wieder ausgleichen, zum Beweise, daß sie nicht auf Aenderungen der Turgorkräfte (§. 214.) sondern auf Wachsthumsvorgängen beruhen. Dies wird auch durch den Geotropismus einzelliger Organe erwiesen, weil hier ein Antagonismus ungleich turgescenter Zellen ausgeschlossen ist. In allen geotropischen Pflanzentheilen fällt darum auch die der Bewegung fähige Zone mit der wachsthumsfähigen zusammen. So tritt an den Wurzeln die Krümmung immer nur in derjenigen Region unmittelbar hinter der Spitze ein, welche allein im Wachsthum begriffen ist (vergl. Fig. 618.). Die Stengel dagegen, welche meist in einer langen Strecke wachsthumsfähig sind, beschreiben, wenn sie aus aufrechter Richtung abgelenkt worden sind, eine meist über einen großen Theil ihrer Länge sich erstreckende, weite bogenförmige Krümmung. Abweichend verhalten sich die knotigen Halme des Getreides und anderer Gräser;

bei diesen bleiben nämlich, wenn der Halm seine volle Länge erreicht hat, allein die Knoten noch eine Zeitlang wachsthumsfähig und vermitteln daher allein die Aufwärtskrümmung, die hier also von Knoten zu Knoten in knieförmigen Krümmungen eintritt, indem immer die nach abwärts gekehrten Hälften der Knoten sich stärker als die entgegengesetzten ausdehnen. Ebenso ist an manchen Blattstielen vorwiegend die Basis, besonders wenn sie als Gelenk (§. 222.) ausgebildet ist, der allein bewegliche Theil. Während eine geotropische Krümmung erfolgt, wachsen bei schnellwüchsigen Organen beide Seiten in die Länge, aber an der concavwerdenden Seite ist das Wachsthum gegen dasjenige der gleichen Region bei normaler Stellung verlangsamt, an der convex werdenden Seite etwas beschleunigt oder auch dem normalen Wachsthumsgang fast gleich; bei langsam wachsenden Organen, wie Stengelknoten und Blattgelenken, kann dagegen nur die convex werdende Seite sich ausdehnen, während die entgegengesetzte sich nicht ändert oder infolge der Dehnung jener zusammengedrückt, also verkürzt wird. Zerlegt man einen Pflanzentheil, in welchem soeben geotropische Krümmung eingetreten ist, durch Längsschnitte in die einzelnen Gewebe, so zeigt sich, daß von den letzteren einige die Krümmung beibehalten, andere sich gerade strecken, daß also nur jene durch actives Wachsthum die Bewegung herbeiführen, diese passiv folgen. Jenes sind die parenchymatischen Gewebe, und zwar vorwiegend die Rinde, weniger das Mark, dieses sind besonders die Gefäßbündel. Darum krümmen sich auch die beiden Hälften der Länge nach halbirter Stengel und Wurzelspitzen gleichsinnig geotropisch, wenn man diejenigen Krümmungen in Abzug bringt, welche Pflanzentheile infolge der Gewebespannungen (§. 219.) nach dem Durchschneiden zeigen und die auf eine Concavkrümmung der Außenseiten abzielen. Der Vorgang der geotropischen Bewegungen besteht also darin, daß in den Längswänden (der Längsachse des Pflanzentheiles parallelen Membranen) der parenchymatischen Gewebe, insbesondere der Rinde bei Ablenkung aus der Verticale durch die Schwerkraft eine Ungleichheit des Längenwachsthums hervorgerufen wird, entweder so, daß die Abnahme der Wachsthumsgeschwindigkeit nach dem Erdcentrum hin (positiver G.) oder nach dem Zenith hin fortschreitet (negativer G.). Eine nähere Erklärung, wie die Gravitation diese Veränderung des Wachsens bewirkt, ist bis jetzt nicht gegeben. Bevor das durch die Schwerkraft inducirte Wachsthum sich geltend macht, verstreicht immer einige Zeit, in welcher die Schwerkraft bereits diejenigen Vorgänge eingeleitet hat, welche hernach zu der Bewegung führen; denn die letztere tritt nach Verlauf dieser Zeit auch dann ein, und zwar immer in dem ursprünglich inducirten Sinne, wenn inzwischen der Pflanzentheil willkürlich in eine andere Richtung gebracht worden ist, so daß also offenbar eine Nachwirkung stattfindet.

§. 231. **II. Gewöhnlicher Heliotropismus oder Longitudinalheliotropismus.** Die meisten Pflanzenstengel, welche grüne Blätter tragen oder selbst grün gefärbt sind, krümmen sich, wenn sie einseitig beleuchtet werden, gegen das Licht hin, so daß ihre Längsachse parallel zu der Richtung der Lichtstrahlen wird. Sind sie von allen Seiten her gleich beleuchtet, so resultirt daher als Wirkung des Lichtes die gewöhnliche verticale Richtung derselben. Außerdem sind solche Stengel negativ geotropisch (§. 230.), denn sie richten sich auch bei Ausschluß des Lichtes vertical aufrecht. Die Wirkung des Lichtes ist hier also stärker als die der Gravitation, indem sie die Richtkraft der letzteren zu überwinden vermag. Man nennt die eben bezeichnete Bewegungsform positiven Heliotropismus und Pflanzentheile, denen sie eigen ist, positiv heliotropisch. Es giebt aber auch Pflanzentheile, welche sich vom Lichte wegwenden, indem sie Krümmungen erleiden, durch welche sie zwar auch in eine den Lichtstrahlen parallele Richtung zu gelangen streben, bei der aber die Spitze des Organes von der Lichtquelle abgewendet ist. Dieser negative Heliotropismus kommt vor an den Ranken von *Vitis*, *Ampelopsis* ꝛc., sowie an dem hypokotylen Gliede der keimenden Mistel, welches dadurch dem Baumaste, in welchen dieser Schmarotzer eindringen muß, angepreßt wird; er bedingt ferner die hakenförmigen Einkrümmungen der Spitzen wachsender Stengel von *Solidago*, *Saxifraga*, *Sedum*, der Blütenstiele von *Linaria cymbalaria* und *Cyclamen* nach der Befruchtung, sowie die dem Boden angedrückte Richtung des Stengels von *Lysimachia nummularia*; endlich sind negativ heliotropisch auch die Luftwurzeln zahlreicher

Pflanzen und in schwachem Grade auch die für gewöhnlich im Boden wachsenden Wurzeln, wenn sie einseitig beleuchtet sind, bei *Sinapis alba*, *Lepidium sativum*, *Helianthus*, *Pisum*, *Vicia faba*, *Zea* ꝛc., auch die Wurzelhaare der *Marchantia* und der Farnprothallien. Die eben erwähnten Krümmungen der jungen Enden von Stengeln, die sich später aufrichten und positiv heliotropisch werden, sowie diejenigen vorher aufrechter Blütenstiele sind Beispiele dafür, daß der Heliotropismus mit dem Alter des Pflanzentheiles sich ändern kann. Es giebt aber auch Pflanzen, bei denen der Heliotropismus mit der Intensität des Lichtes wechselt. So reagiren manche positiv heliotropische Stengel gegen sehr intensives Licht schwach negativ heliotropisch, bei *Tropaeolum majus* sind die Internodien in schwachem Lichte positiv, während sie in hellem Lichte negativ heliotropisch und daher der Erde angepreßt werden. Die Schläuche von *Vaucheria*, welche schon im diffusen Lichte negativ sind, krümmen sich in sehr schwachem Lichte positiv, und ähnlich scheint es auch mit den oben erwähnten Ranken zu sein.

Auch vom Heliotropismus kann man auf dieselbe Art wie vom Geotropismus nachweisen, daß er eine Wachsthumsbewegung ist. Darum fällt auch meist die Zone der Bewegung mit derjenigen des stärksten Wachsthums zusammen, wobei sowohl bei positiv wie bei negativ heliotropischen Theilen das Wachsthum an der concav werdenden Seite verlangsamt ist gegen den normalen Wachsthumsgang, während Theile, die nicht mehr wachsen, auch nicht mehr gegen das Licht reagiren. Zur Erklärung des Heliotropismus reicht die frühere Ansicht nicht hin, wonach an der Schattenseite positiv heliotropisch sich krümmender Organe infolge des Lichtmangels das Wachsthum stärker wird, nach der Regel, daß Dunkelheit das Längenwachsthum beschleunigt (S. 562); denn sie würde auf die negativ heliotropischen Organe, die auch im Dunkeln stärker sich strecken, nicht passen. Die Annahme, daß in jedem Pflanzentheile positiv und negativ heliotropische Elemente vereinigt sind und bald die einen bald die anderen überwiegen, ist nicht erwiesen und würde auch den Heliotropismus nicht erklären. Vorläufig läßt sich nur annehmen, daß die Lichtstrahlen in denjenigen Zellen, deren Längsachse nicht mit ihnen parallel steht, in zweierlei entgegengesetzter Art das Längenwachsthum modificiren. Der Heliotropismus wird sowohl durch Sonnenlicht, als auch durch künstliches, nämlich durch Lampen- oder elektrisches Licht erregt. Auch polarisirtes Licht, sowie die farbigen Strahlen sind wirksam. Unter den letzteren kommt, wenn man die Geschwindigkeit des Eintrittes heliotropischer Krümmung als Maßstab nimmt, der blauen Hälfte des Spectrums die stärkere, der rothen Hälfte die schwächere Wirkung zu. Die heliotropische Kraft hat ihr Maximum zwischen Ultraviolett (chemische Strahlen) und Violett, sinkt allmählich bis Grün, ist im Gelb Null, beginnt wieder im Orange und steigt bis zu einem secundären Maximum im Ultraroth (dunkle Wärmestrahlen). Bei überhaupt schwach heliotropischen Organen ist nur die blaue Hälfte des Spectrums von Wirkung. In Bezug auf die Lichtintensität verhalten sich die heliotropischen Pflanzentheile verschieden: manche sind schon gegen ein sehr schwaches Licht, welches das Lesen nicht mehr gestattet, empfindlich; bei anderen bedarf es stärkerer Helligkeit; in sehr intensivem Lichte aber unterbleibt die Bewegung ebenso wie das Wachsthum überhaupt (S. 562).

§. 232. III. **Transversalgeotropismus.** Bei vielen Pflanzentheilen ist die natürliche Richtung keine verticale, sondern eine horizontale oder schiefe (plagiotrop, §. 222.). Auch sie kehren durch entsprechende Bewegungen in dieselbe zurück, wenn sie davon abgelenkt worden sind. Diese Bewegungen treten an manchen Theilen auch bei Ausschluß von Licht ein, werden also durch die Gravitation veranlaßt; man hat daher hier einen anderen als den gewöhnlichen Geotropismus vor sich, den wir Transversal- oder Diageotropismus nennen können. Er ist dadurch ausgezeichnet, daß das Organ mit seiner Längsachse in quere Richtung zur Anziehungskraft der Erde sich stellt. Vielfach handelt es sich um bilaterale Organe (§. 8.), und dann ist bei diesen Richtungen immer auch die Lage der beiden Seiten eine bestimmte, indem die Ober- oder Vorderseite nach oben, die Unter- oder Hinterseite nach unten gekehrt ist. Hierher gehören die horizontal wachsenden beblätterten Zweige vieler Coniferen, wie *Taxus*, *Abies pectinata* ꝛc., ferner die horizontalen Zweige vieler Laubhölzer. Unter den letzteren giebt es solche, welche

zweizeilige Blattstellung haben, wie *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus* ꝛc.; hier steht die §. 232.
Blattstellungsebene des Sprosses in der Knospe noch nicht horizontal, wird es aber dadurch, daß beim Austreiben des Sprosses die Basis desselben eine Achsendrehung erleidet. Andere haben mehrzeilige Blattstellung; bei diesen werden die Blätter dadurch in zwei Zeilen gerückt, die wiederum in einer Horizontalebene liegen, daß der horizontal sich entwickelnde Sproß in jedem neu hinzuwachsenden Internodium eine Achsendrehung ausführt, durch welche diese Lage seiner Blattmediane erreicht wird; so bei *Philadelphus*, *Deutzia*, *Lonicera*, *Spiraea hypericifolia*. Auch die Blätter, welche an solchen Zweigen stehen, sind transversalgeotropisch; sie richten sich durch Krümmungen oder Drehungen in diejenige Stellung, wo ihre Blattfläche ungefähr horizontal und mit der morphologischen Oberseite nach oben liegt. Diese Bewegungen führen die Blätter aus entweder mittelst eines an der Basis des Blattstieles befindlichen Gelenkes (Fig. 620.) oder durch den ganzen Blattstiel oder durch ein Gelenk an der Basis der Blattfläche, beziehendlich der Blättchen. So kommt die zweizeilig gescheitelte Lage der Nadeln an den horizontalen Coniferenzweigen (Fig. 622.), auch die entsprechende Stellung der Blätter an den horizontalen Laubholzzweigen zustande. Auch manche unterirdischen Organe sind transversalgeotropisch. So haben manche Rhizome, wie die von *Scirpus maritimus*, *Heleochäris palustris*, *Sparganium ramosum* ein ausgeprägt horizontales Wachsthum und kehren durch entsprechende Krümmungen in diese Richtung zurück, wenn sie künstlich in eine andere Richtung gebracht worden sind. Endlich werden auch die aus verticalen Hauptwurzeln entspringenden Seitenwurzeln durch die Gravitation zu einer horizontalen oder schiefen Wachsthumsrichtung veranlaßt; die am oberen Theile der Hauptwurzeln stehenden wachsen ziemlich horizontal, die übrigen aber schief absteigend, wobei jedoch die Neigung zum Horizonte gewöhnlich nicht 45° übersteigt, meist geringer ist. Wenn man Pflanzen in umgekehrte oder andere Richtung bringt, so krümmen sich diese Seitenwurzeln in ihrer wachsenden Region solange bis sie wieder den früheren Winkel mit dem Horizonte bilden. Während nun bei polysymmetrischen (§. 8.) Organen, wie den genannten Rhizomen und Seitenwurzeln die transversale Stellung erreicht wird, gleichgültig welche Seite dabei nach oben gekehrt wird, kommt an allen vorher erwähnten bilateralen Organen bei der Orientirung der Bewegung auch die Lage der Ober- und Unterseite in Betracht. Steht ein solches Organ mit der Spitze nach oben, so wird die Oberseite convex; steht es umgekehrt, so wird dieselbe Seite concav, und steht es horizontal, aber mit der Oberseite nach unten, so wird entweder die letztere solange convex, bis die natürliche Lage erreicht ist, oder es treten Achsendrehungen ein, die dasselbe Ziel stets auf dem kürzesten Wege erreichen. Von diesen bilateralen Organen sind die Coniferenzweige diejenigen, deren Bilateralität erst in der Stellung, in der sie gerade beim Austreiben aus den Knospen sich befinden, inducirt wird (S. 567), während bei den anderen die Bilateralität schon von Anfang an organisch inhärent ist. Darum verhalten sich die ersteren beim Oeffnen der Knospen so wie die polysymmetrischen Rhizome und Seitenwurzeln: sie krümmen sich, wenn sie in einer von der Horizontale abweichenden Richtung sich befinden, horizontal, gleichgültig welche Seite dabei zur oberen wird, und erst in dieser Stellung werden sie bilateral, so daß wenn sie darnach in eine andere horizontale Lage kommen, in der eine andere Seite oben liegt, die erwähnten Achsendrehungen eintreten und die vorige Lage wieder herstellen. Dagegen kommen bei den

Fig. 622.

Spitze eines horizontalen, transversalgeotropischen Zweiges der Weißtanne, dessen Blätter an der Oberseite des Zweiges gescheitelt und zweizeilig gewendet sind, infolge von Drehung der Blattbasis.

transversalgeotropischen Zweigen der Laubhölzer und den Blättern derselben wegen der hier inhärenten Bilateralität die Torsionen, durch welche die prädestinirte Oberseite nach oben gewendet wird, schon beim Oeffnen der Knospen zustande. Die durch den Transversalgeotropismus erzielte horizontale oder schiefe Richtung ist für die Functionen der betreffenden Organe augenscheinlich vortheilhaft: es werden dadurch die Aeste und Zweige der Bäume möglichst ausgebreitet, um den an ihnen sitzenden Blättern den besten Lichtgenuß zu verschaffen, und das horizontale Wachsthum unterirdischer Organe, besonders die schief in den Boden gehende Richtung der Seitenwurzeln ist für die Ausnützung des die Pflanze umgebenden Bodens von Bedeutung.

Um die Regulirung des Wachsens durch die Gravitation beim Transversalgeotropismus zu begreifen, bedarf es der Annahme einer Polarität, wie sie auch durch verschiedene Erscheinungen bei der Organbildung (§. 221.) nachgewiesen ist, nämlich einer Differenz von Basis und Spitze an jedem wachsenden Fragment, und bei den bilateralen Theilen zugleich einer Differenz von Vorder- und Hinterseite. Die Beeinflussung des Wachsthums läßt sich dann so charakterisiren: Bei Querlage des Organes, wo dessen Längsachse einen rechten oder bestimmten spitzen Winkel mit der Verticale bildet, ändert die Gravitation den Wachsthumsgang nicht. In jeder anderen Lage wird das Längenwachsthum von der unteren nach der zenithwärts gelegenen Seite hin fortschreitend entweder beschleunigt oder verlangsamt, je nachdem das ganze Organ mit seiner Spitze (also die Zellmembranen mit ihrem acroskopen Ende) aus der horizontalen Richtung nach oben oder nach unten abgelenkt sind. Bei den bilateralen Organen kommt hinzu, daß auch derjenige Wachsthumsproceß, welcher allgemein die Torsionen (§. 222.) verursacht (d. i. die Ungleichheit der Stärke des Längenwachsthums in centralen und peripherischen Theilen), hier durch die Richtung zur Anziehung der Erde regulirt wird: die Torsionen unterbleiben hier bei horizontaler Lage nur, wenn die Vorderseite zenithwärts liegt, treten aber immer ein, wenn eine andere Seite dorthin gekehrt ist, und gehen fort bis die natürliche Lage des Organes erreicht ist.

§. 233. IV. **Transversalheliotropismus.** Auch gegen das Licht nehmen viele Pflanzentheile eine Querlage ein, sie stellen sich mit ihrer Längsachse nicht wie beim gewöhnlichen Heliotropismus zu den Lichtstrahlen parallel, sondern in ungefähr rechtwinklige Richtung dazu. Hier handelt es sich um lauter bilaterale Organe, bei denen die Vorderseite in der Ruhelage stets dem Lichte zugewendet ist. Kommt die Beleuchtung von oben und allen Seiten gleichmäßig, so resultirt eine horizontale Richtung, bei welcher die Vorderseite zenithwärts gekehrt ist; dieselbe ändert sich aber entsprechend, sobald einseitige Beleuchtung, in welcher Richtung auch immer, gegeben ist. Von dem gewöhnlichen Heliotropismus unterscheiden wir daher diese Bewegungsform als Transversal- oder Diaheliotropismus. Viele dieser Pflanzentheile sind zugleich negativ geotropisch, nehmen daher im Dunkeln mehr oder weniger aufrechte Stellung an; andere sind transversalgeotropisch, aber immer ist auch hier wie beim gewöhnlichen Heliotropismus das Licht richtungskräftiger als die Gravitation und giebt bei der Bewegung den Ausschlag. Hierher gehören vor allem die eigenthümlichen Bewegungen, welche die meisten bilateralen Laubblätter ausführen, um in die geeignete Lage zum Lichte zu gelangen, welche für ihre Function als Assimilationsorgane nothwendig ist. Sie thun das durch entsprechende Krümmungen oder Drehungen, bald in ihrer ganzen Länge, in Stiel und Blattfläche zugleich, bald nur mit ihrem Stiel oder durch Gelenke (S. 568), die an der Basis des Stieles oder der Blattfläche, beziehendlich der Blättchen sich befinden. Die Wurzelblätter stellen sich daher auf ebenem Boden horizontal oder wenn sie mehr oder weniger verticale Stiele haben, wenigstens mit der Blattfläche in diese Richtung. An vertical aufrechten Stengeln richten sich bei allseitiger Beleuchtung die transversalheliotropischen Blätter ungefähr horizontal. An kriechenden und nicht kriechenden horizontalen Stengeln und Zweigen, desgleichen an den verticalen bei einseitiger Beleuchtung gelangen die Blätter dadurch in die erstrebte Stellung, daß jedes mit der linken Seite gegen die Lichtquelle gekehrte Blatt sich um einen Viertelkreisbogen links, das rechte ebensoviel rechts um seine Achse dreht, während das an der Schattenseite stehende Blatt sich mit der Oberseite etwas

concav dem Stengel zu krümmt, das an der Lichtseite befindliche sich convex rückwärts krümmt oder auch um höchstens einen halben Kreisbogen sich um seine Achse dreht. Daraus sind auch leicht die Bewegungen abzuleiten, welche solche Blätter an einem vertical hängenden Stengel bei allseitiger und bei einseitiger Beleuchtung machen müssen. Transversalheliotropisch sind auch die kriechenden oder liegenden Stengel vieler Pflanzen, z. B. von *Polygonum aviculare*, *Panicum crus galli*, *Atriplex* ꝛc., die dies aber nur in sehr hellem Lichte sind, in schwächerem Lichte sich ebenso wie im Dunkeln negativ geotropisch richten. Ebenso verhält sich das horizontal geneigte beblätterte obere Stengelstück von *Convallaria multiflora* und *latifolia*, sowie der Epheustengel, der aber noch in sehr schwachem Lichte seinen Transversalheliotropismus behält. Endlich rührt auch das auf Substratflächen jeder Richtung hinkriechende Wachsthum der meisten Lebermoose, besonders der Marchantiaceen und vieler Jungermanniaceen von dieser Beeinflussung durch das Licht her, denn im Dunkeln wachsen auch diese vertical aufrecht. Für die Beeinflussung des Wachsens durch das Licht beim Transversalheliotropismus kann genau dieselbe Vorstellung wie beim Transversalgeotropismus angenommen werden, wenn man nur statt der Richtung der Gravitation diejenige der Lichtstrahlen und statt des Zenithes die Lichtquelle setzt.

Der geotropische oder heliotropische Charakter eines und desselben Pflanzentheiles kann sich mit der Function desselben zweckentsprechend ändern. So sind die horizontalen Rhizome nur in derjenigen Strecke, in welcher sie mit Niederblättern bekleidet sind, transversalgeotropisch; wo an ihnen die Entwickelung von Laubblättern beginnt, da richten sie sich negativ geotropisch aufwärts. Durch Abschneiden der oberirdischen grünen Triebe kann man jene Veränderung an den unterirdischen Rhizomsprossen befördern, z. B. bei *Sparganium*, *Sagittaria*, Kartoffeln, *Yucca*, *Cordyline*. Wenn die Hauptwurzel einer Pflanze abgeschnitten oder sonst verdorben ist, so pflegt eine der Seitenwurzeln ihre bisherige schiefe Richtung aufzugeben und unter Annahme von positivem Geotropismus die Richtung der verlorenen Hauptwurzel einzuschlagen. Ebenso wird nach Verlust des aufrechten Gipfeltriebes bei Coniferen einer der obersten transversalgeotropischen Seitenzweige negativ geotropisch und richtet sich auf, um den Höhenwuchs des Stammes fortzusetzen.

H. Bewegung gegen feuchte Körper.

§. 234. Die Wurzeln werden von feuchten Körpern angezogen; ihre Spitzen krümmen sich in der im Wachsen begriffenen Region gegen einen feuchten Körper, wenn ein solcher in der Nähe sich befindet. Das Wirksame hierbei ist der größere Feuchtigkeitsgehalt, den die Luft an der dem feuchten Körper zugekehrten Seite im Verhältniß zur entgegengesetzten Seite hat, so daß die Wurzel auf psychrometrische Differenzen der Luft reagirt. Denn wenn Wurzeln aus dem Boden eines mit feuchten Sägespänen gefüllten schiefstehenden Siebes herauswachsen, so wenden sie sich auf dem kürzesten Wege dem Siebboden zu, während sie, wenn der letztere horizontal steht oder wenn sie sich in dampfgesättigter Luft befinden, senkrecht abwärts wachsen, weil eben dann keine psychrometrische Differenz an entgegengesetzten Seiten der Wurzeln besteht. Diese Fähigkeit ist auch der Grund, warum Seitenwurzeln, die zufällig aus der Oberfläche des Bodens hervorwachsen, obgleich sie nicht positiv geotropisch sind (§. 230.), sich gleich wieder gegen den Boden hin wenden, denn diese Bewegung kommt Haupt- und Seitenwurzeln in gleicher Weise zu.

II. Ortsbewegungen der Pflanzen.

§. 235. Lebende Protoplasmagebilde sind Ortsbewegungen fähig. Daher treten diese auf, wo jene frei leben, d. h. entweder aus der umhüllenden Zellmembran ausgeschlüpft sind, oder wenn sie von einer solchen umgeben sind, doch nicht mit derselben an einem Substrate oder Pflanzenkörper festsitzen. Und selbst in dem engen Raume einer Zelle kann das Protoplasma sammt den in ihm eingebetteten Einschlüssen, wie Zellkern, Chlorophyllkörner ꝛc. ortsverändernde Bewegungen ausführen.

§. 235. I. **Schwärmbewegungen nackter Protoplasmagebilde.** Die Schwärmſporen der Algen und Pilze (§. 155.) und die Samenfäden oder Spermatozoïden (§. 140.) der Kryptogamen ſind nackte, aus ihren Zellmembranen ausgeſchlüpfte Protoplasmakörper, welche ſich im Waſſer ſchwärmend umherbewegen vermittelſt ſchwingender Cilien oder Wimpern, d. ſ. feine Protoplasmafäden, die an den Schwärmſporen meiſt zu zwei, ſeltener in größerer Anzahl ſitzen, während die Samenfäden in eine einzige Cilie verlängert, oder auch mit mehreren ſolchen ausgeſtattet ſind (§. 33.). Bei der Bewegung geht das cilientragende Ende voran; ſie erfolgt in der Richtung der Längsachſe in geraden oder gekrümmten Bahnen, wobei zugleich eine Achſendrehung ſtattfindet, welche je nach Arten conſtant rechts- oder linksum geſchieht, jedoch bisweilen, auch bei gleichſinnigem Fortbewegen umſpringt. Auch wenn die Schwärmer an einem Widerſtande aufgehalten werden, geht trotzdem die Achſendrehung unter Fortdauer der ſchwingenden Bewegung der Cilien weiter. Da nun ſtets mit dem Verluſt der Cilien (z. B. beim natürlichen Zurruhekommen des Schwärmers oder wenn die Cilien durch heftiges Schütteln abgeſtoßen worden ſind) die Schwärmbewegung aufhört, und an zerriſſenen Schwärmſporen allein der cilientragende Theil ſich weiter bewegt, ſo muß die bewegende Kraft durch die ſchwingenden Wimpern gewonnen werden. Die Bewegung der letzteren ſelbſt beruht vielleicht auf raſch wechſelnder Aufnahme und Abgabe von Waſſer, bedingt durch einen Wechſel der Imbibitionskraft; doch giebt es dafür keinen Beweis. Die Schwärmbewegungen ſtehen unter dem Einfluſſe äußerer Kräfte. Licht iſt keine nothwendige Bedingung der Bewegungen, denn dieſelben gehen auch im Dunkeln vor ſich; aber das Licht wirkt richtend auf die Bewegung der Schwärmſporen, indem dieſelben im allgemeinen ſich nach einem ſchwachen Lichte hin, von einem Lichte hoher Intenſität hinweg bewegen, was man als poſitive und negative Phototaxis[1] unterſcheiden kann. Demgemäß ſammeln ſich Schwärmſporen in einem Waſſergefäße bald an dem gegen das Zimmerfenſter gekehrten oder an dem entgegengeſetzten Rande desſelben. Vorzugsweiſe ſind die grünen Schwärmſporen phototaktiſch, die meiſten chlorophyllloſen ſind es nicht. Es iſt bewieſen, daß zur Erklärung dieſer Erſcheinungen die durch die geringe Erwärmung bei der Beleuchtung hervorgebrachten Waſſerbewegungen nicht ausreichen, ſondern daß die Schwärmer auch bei Ausſchluß aller Waſſerſtrömungen, alſo activ ſich gegen das Licht bewegen. Die poſitive oder negative Bewegung entſcheidet ſich offenbar dadurch, daß das Licht die Längsachſe der Schwärmſpore in der Richtung der Lichtſtrahlen ſo orientirt, daß das cilientragende Ende entweder dem Lichte zu- oder abgekehrt wird, denn die Schwärmſpore kann ſich eben immer nur ſo bewegen, daß das cilientragende Ende vorausgeht. Wie beim Heliotropismus wirken auch hier unter den einzelnen farbigen Strahlen die ſtärker brechbaren, und unter dieſen das Indigo am meiſten. Die Schwärmſporen einer und derſelben Art ſind in ihrer Senſibilität gegen das Licht individuell verſchieden. Denn bei einer mittleren Lichtintenſität verhalten ſich dieſelben nicht indifferent, ſondern die einen poſitiv, die andern negativ; und Schwärmer, die in ſchwacher Beleuchtung erzogen ſind, werden ſchon bei einer Lichtintenſität negativ, bei welcher die in ſtärkerer Beleuchtung erzogenen noch poſitiv ſind. Die Schwärmbewegung iſt auch von der Temperatur abhängig. Viele Schwärmſporen zeigen zwar noch bei Abkühlung auf 0° und darunter Bewegung, aber *Chlamidocōccus* und *Stephanosphaera* werden bei + 5° C, die Schwärmer von *Botrydium* bei + 6° C ſtarr. Die obere Temperaturgrenze liegt für *Haematocōccus* bei + 50° C, für *Chlamidocōccus* bei 43° C, für *Stephanosphaera* bei 40° C. Auch Erſchütterungen und elektriſche Entladungen heben die Bewegung vorübergehend auf.

II. **Gleitbewegung von Zellhaut umgebener Organismen.** Einige frei im Waſſer lebende niedere Pflanzen, nämlich die Diatomaceen, Oscillarien und die dieſen verwandten Spaltpilzformen zeigen, obgleich ſie mit einer feſten Zellmembran umkleidet ſind und keine wahrnehmbaren Cilien beſitzen, eine vor- und rückwärts gleitende Bewegung, bei welcher abwechſelnd das eine und das andere Ende vorausgeht. Zugleich findet bei den Oscillarien und Spaltpilzen eine Achſendrehung ſtatt,

1) Zuſammengeſetzt aus φῶς Licht und τάξις Stellung.

die bei der Umkehr der Bewegung gleichfalls umsetzt. Das eigenthümliche strahlige Auseinanderweichen der Oscillarien auf feuchter Unterlage rührt daher, daß den Gleitbewegungen nach außen hin ein geringerer Widerstand geboten wird. Daß diese Organismen die bewegende Kraft selbst erzeugen, erkennt man daran, daß in der schleimigen klebrigen Schicht an der Oberfläche derselben adhärirende kleine Partikel von Karmin oder Indigo langsam bis zum anderen Ende fortgeschoben werden und dann wieder rückläufige Bewegung machen; dies geht bei den Diatomaceen nur an der Hauptseite vor sich; und die Partikel gehen nicht auf die entgegengesetzte Hauptseite über; an beiden Seiten ist die Bewegung oft entgegengesetzt. Es ist aber unentschieden, ob die Gleitbewegung durch hervortretende Organe, etwa feine Protoplasmafäden, oder durch einseitig hervorgetriebenes Wasser zustande kommt. Die Diatomaceen und Oscillarien scheinen ebenfalls gegen das Licht hin sich zu bewegen und intensives Licht zu fliehen. §. 235.

Auch einige Desmidiaceen sind gegen einseitiges Licht orientirt; bei mäßiger Beleuchtung stehen sie mit der Hauptachse parallel zur Lichtrichtung, und bei *Closterium* und *Pleurotaenium* verwandelt sich diese Lage im intensiven Lichte in eine dazu rechtwinklige. In beiden Lagen vermögen sie durch Gleitbewegungen auf der Unterlage sich dem Lichte zu nähern, beziehendlich es zu fliehen, und *Closterium* nähert sich auch durch Ueberschlagungsbewegungen dem Lichte, indem es abwechselnd auf diese und auf jene Spitze sich stellt.

III. **Bewegungen des Protoplasmas und seiner Einschlüsse.** Das Protoplasma vieler Pflanzen zeigt im lebenden Zustande in seiner Masse innere Strömungen, mit denen auch äußere Gestaltsveränderungen des Protoplasmakörpers verbunden sein können. Jene nennt man Strömung, diese Amöbenbewegung des Protoplasmas (§. 33.). Letztere ist namentlich nackten, d. h. nicht von einer Zellmembran umkleideten Protoplasmakörpern eigen, nämlich den Plasmodien der Myxomyceten (§. 196.); sie besteht in Austreiben und Einziehen von Fortsätzen, wodurch ein Fortkriechen des Plasmodiums auf seiner Unterlage bewirkt wird in der Richtung, in welcher das Hervortreiben von Plasmodiumfortsätzen überwiegt. Wenn ein Fortsatz ausgestreckt wird, so strömt meistens auch inneres Körnerplasma in ihn ein, und wenn er eingezogen wird, wieder zurück. Bald scheint es eine Druckwirkung zu sein, durch welche das einströmende Körnerplasma das Hervorschießen von Fortsätzen befördert, bald scheint eine saugende Wirkung in dem sich bildenden Fortsatze das Körnerplasma in diesen hineinzuziehen. Die Strömung des Protoplasmas, über deren verschiedene Formen in der Zelle die Zellenlehre (§. 33.) handelt, wird erkennbar durch das Fortrücken der kleinen im Protoplasma enthaltenen Körnchen, ist daher bei mehr homogenem Protoplasma schwer zu bemerken. In jungen Zellen findet keine Protoplasmaströmung statt; erst mit dem Erscheinen des Zellsaftes, wobei das Protoplasma seine eigenthümliche Vertheilung in der Zelle annimmt, tritt sie ein. Aber sie ist auch keine allgemeine Erscheinung. Denn erstens fehlt sie thatsächlich in sehr vielen Pflanzenzellen gänzlich. Zweitens ist sie in manchen Zellen im normalen Zustande nicht vorhanden und tritt erst ein infolge beschädigender Eingriffe, besonders nach dem Abschneiden der Zellen oder Gewebestücke beim Herstellen der mikroskopischen Präparate; so bei den Blättern von *Elodea*, *Vallisneria* und anderer Wasserpflanzen, wo sich der auf den Seitenwänden der Zelle kreisende Protoplasmastrom erst unter diesen Umständen ausbildet. Aber auch im unverletzten Zustande finden Plasmaströmungen statt in vielen Haaren, wie in den Wurzelhaaren von *Hydrocharis*, den Staubfadenhaaren von *Tradescantia* ꝛc., und in den großen Internodienzellen der Characeen. Im allgemeinen strebt die Protoplasmaströmung nach einer der Längsachse der Zelle parallelen Richtung der Strombahn. Dabei kann in einem Strome an Stelle der Bewegung Ruhe eintreten, und umgekehrt ein ruhender Theil in Strömung kommen; auch kann die Bewegung eines Stromes in die entgegengesetzte umsetzen, und selbst in einem und demselben Protoplasmastrange gleichzeitig Körnchen in entgegengesetzten Bewegungen sein. Immer aber bleiben dabei die peripherischen Theile des Protoplasmas in Ruhe, jedenfalls das Hyaloplasmahäutchen (§. 213.), bei den Characeen auch die unter dem letzteren liegende, die Chlorophyllkörner enthaltende Schicht. Zu den inneren Bewegungen des Protoplasmas gehören auch

§. 235. die bei manchen Schwärmsporen vorhandenen pulsirenden Vacuolen (§. 33.), kleine runde saftersüllte Räume, welche sich rhythmisch bis zum Verschwinden verkleinern und wieder vergrößern, indem der Saft derselben abwechselnd vom Protoplasma aufgenommen und wieder abgeschieden wird.

Auch die Protoplasmabewegungen werden durch äußere Kräfte beeinflußt. Von der Temperatur sind sie in ähnlicher Weise wie das Wachsthum abhängig. In *Chara foetida* ist z. B. die Strömung bei 38,1° C am lebhaftesten und hat ungefähr bei 0° C ihre untere, bei 42,81° C ihre obere Grenze. Licht ist für die Protoplasmaströmungen nicht nothwendig, denn dieselben dauern auch im Dunkeln fort. Die Plasmodien von *Aethalium septicum* zeigen sogar vermehrte Beweglichkeit im Dunkeln, indem sie hier reichlich Protuberanzen und Stränge treiben, die sie im Lichte wieder einziehen, wo nur kurze gedrungene Fortsätze gebildet werden. Außerdem zeigen diese Plasmodien bei einseitiger Beleuchtung eine lichtfliehende Bewegung und verkriechen sich in das Substrat. Hierbei sind unter den einzelnen farbigen Strahlen die blauen die wirksamsten. Concentrirtes Sonnenlicht bringt, da es überhaupt tödtlich wirkt, auch Sistirung der Protoplasmabewegung hervor. Die Schwerkraft hat auf die Plasmodien einen Einfluß, denn dieselben bevorzugen bei ihren Kriechbewegungen die Richtung nach oben und erklimmen sogar Stengel ꝛc.; in wie weit hierbei einseitige Feuchtigkeit, von welcher dieselben angezogen werden, wirksam ist, muß noch entschieden werden. Auf das in Zellen eingeschlossene Protoplasma übt der Zug der Schwere seinen Einfluß, indem oft schwere Einschlüsse, wie Stärkekörner oder Chlorophyllkörner an der jeweils unten liegenden Seite der Zelle sich reichlicher ansammeln und dieses nach Umkehrung der Zellen sich ebenfalls umkehrt. Mechanische Wirkungen, wie Druck, Stoß ꝛc. können vorübergehende Sistirung der Bewegung zur Folge haben. Beim Knicken von Characeeninternodien oder Wurzelhaaren von *Hydrocharis* wird oft der Protoplasmakörper in zwei Theile getheilt, und in jedem kann die Bewegung fortgehen. Auch treten durch solche Einwirkungen oft Loslösungen und Abrundung von Protoplasmatheilen ein. Aehnliche Folgen haben auch elektrische Ströme, ausgenommen sehr schwache, welche gar keine Wirkung haben. Stärkere mechanische und elektrische Eingriffe sind tödtlich. Bei Mangel an Sauerstoff kommen wie alle Lebenserscheinungen so auch die Protoplasmabewegungen zum Stillstand. Auch die chemischen Agentien, welche dem Leben nachtheilig sind, sistiren die Bewegung.

Bewegungen der Chlorophyllkörner. Da die Chlorophyllkörner überall als Einschlüsse im Protoplasma auftreten, so ist die Möglichkeit gegeben, daß sie durch Bewegungen des Protoplasmas getrieben, ihre Lage in der Zelle verändern. Es darf angenommen werden, daß jedes Chlorophyllkorn von einer ihm eigenen Hülle von farblosem Protoplasma umgeben ist, und daß es durch dessen Bewegung langsam nach anderen Punkten der Zelle geführt werden kann. Denn Lagenveränderungen der Chlorophyllkörner sind, wie ich gezeigt habe, sehr verbreitete Erscheinungen, auch in Zellen, wo keine eigentliche Strömung des Protoplasmas vorhanden ist. Allgemein liegen die Chlorophyllkörner in der wandständigen Schicht des Protoplasmas und zwar in einer einfachen Lage mehr oder weniger nahe bei einander und so, daß diese linsenförmigen Körper mit ihrem breiten Durchmesser der Zellwand parallel stehen. In dieser Richtung vermögen sie durch gleitende Bewegungen ihren Ort zu verändern und von einer Zellwand auf eine andere zu wandern. Wir unterscheiden bei allen zu einem Gewebe mit einander verbundenen Zellen zweierlei Stellungen, in denen sich die Chlorophyllkörner zu den verschiedenen Wänden ihrer Zelle befinden können. Nennen wir die mit Nachbarzellen im Verbande stehenden Wände Fugenwände, und die nicht an andere Zellen angrenzenden Wände, die also entweder die freie Oberfläche des Pflanzentheiles einnehmen oder an die mit Luft erfüllten Intercellularräume (§. 48.) des Zellgewebes grenzen, die freien Wände, so läßt sich allgemein sagen, daß die Chlorophyllkörner in der einen Stellung die freien Wände, in der anderen die Fugenwände bekleiden. Jene Stellung wird Epistrophe, diese Apostrophe genannt. Wenn man weiß, daß bei Pflanzentheilen, die aus einer einzigen Zellschicht bestehen, wie die Moosblätter, zwei gegenüberstehende Wände die freien, die anderen

die Fugenwände sind, daß an den chlorophyllhaltigen Epidermiszellen der Wasserpflanzen, wie *Elodea* ꝛc., die Außenwand die freie, die anderen die Fugenwände sind, daß in den Crassulaceenblättern die grünen Zellen zu Lamellen verbunden sind, welche einander parallel von der einen nach der anderen Seite hin durch das Blatt gespannt sind, aber gegenseitig nicht oder kaum im Verbande stehen, also an jeder Zelle fast die ganze rechte und linke Wand die freie ist, und daß endlich im grünen Gewebe der meisten anderen Blätter die Stellen, mit denen die Zellen aneinander haften und diejenigen, mit denen sie den Intercellulargängen angrenzen, unregelmäßiger vertheilt sind, so ergiebt sich, wie in jedem dieser Fälle Epistrophe und Apostrophe aussieht. Die Chlorophyllkörner führen übrigens nicht bloß im grünen, sondern auch im etiolirten Zustande (wenn sie sich im Dunkeln gebildet haben) diese Bewegungen aus. Diese Stellungen werden durch bestimmte äußere Verhältnisse bedingt. Die Epistrophe bezeichnet den normalen und lebenskräftigen Zustand der Zelle und wird durch alle Einflüsse, welche diesen Zustand aufheben, in die Apostrophe übergeführt, welche jedoch mit dem Weichen dieser Verhältnisse wieder rückgängig wird. Als solche kennen wir 1) Beleuchtungsverhältnisse. In einem Lichte mittlerer Intensität stehen die Chlorophyllkörner in der Epistrophe. Aber Verdunkelung bringt nach einem oder mehreren Tagen, je nach Pflanzenarten verschieden schnell, Apostrophe zustande. Dasselbe geschieht auch in sehr intensivem Sonnenlichte, wobei die Chlorophyllkörner bisweilen auch mehr haufenweise sich zusammenballen. 2) Temperaturverhältnisse, denn bei Abkühlung auf 0° und darunter tritt Apostrophe ein. 3) Wassergehalt, indem auch infolge der Verminderung des Imbibitionswassers beim langsamen Austrocknen die Stellungsänderung der Chlorophyllkörner vor sich geht. 4) Sauerstoffentziehung, constatirt an *Elodea*, wenn sie in ausgekochtem, mit einer Oelschicht bedecktem Wasser gehalten wird. 5) Trennung aus dem natürlichen Verbande. An abgeschnittenen Pflanzentheilen oder kleineren Stückchen solcher, die in diesem Zustande, wenn sie in Wasser liegen, oft noch viele Tage am Leben bleiben, tritt oft schnell nach der Operation Apostrophe ein. Jeder dieser Einflüsse bringt für sich allein die Wirkung hervor, auch wenn die übrigen Verhältnisse für die Epistrophe günstig sind.

In Zellen, die nicht zu einem Gewebe verbunden sind, wie die schlauchförmigen Zellen von *Vaucheria*, *Nitella* ꝛc., oder die nur mit ihrem Ende zu Zellenreihen verbunden sind, wie bei anderen Algen, sind jene Stellungsverhältnisse ausgeschlossen. Hier beeinflußt das Licht die Anordnung der Chlorophyllkörner bisweilen auch, aber in anderer Weise. Dieselben suchen nämlich bei mäßigem Lichte Flächenstellung anzunehmen, d. h. sich so zu ordnen, daß sie die beiden entgegengesetzten Zellwände, welche rechtwinklig zum Lichte stehen, einnehmen; während sie bei intensivem Lichte Profilstellung zeigen, d. h. an denjenigen beiden Zellwänden stehen, wo sie ihre schmale Seite dem Lichte zuwenden. So namentlich in den Zellen von *Vaucheria;* aber auch an Zellen, die in einer einfachen Schicht verbunden sind, kann, wenn ihre beiden freien Seiten groß genug sind, eine solche zum Licht direct orientirte Stellung der Chlorophyllkörner gewonnen werden, z. B. in den Vorkeimen der Farne, wo dieselben bei schiefer Beleuchtung der Zellen an zwei in der Beleuchtungsrichtung liegenden entgegengesetzten Stellen der Ober- und Unterwand sich gruppiren.

Auch auf die Bewegungen der Chlorophyllkörner wirken unter den einzelnen farbigen Strahlen die blauen am meisten.

Die Protoplasmaströmungen, welche Corti (1774) entdeckte, suchten frühere Forscher aus einer Contraction der peripherischen Umkleidung des Protoplasmas zu erklären. Auch wurden elektrische Anziehungen und Abstoßungen der Theilchen des Protoplasmas angenommen. Oder man suchte die Bewegung zurückzuführen auf einen im Protoplasma fortschreitenden Wechsel des Imbibitionsvermögens (§. 213.) von Protoplasmatheilchen. Diese Annahmen sind zur Erklärung theils ungenügend, theils entbehren sie des thatsächlichen Nachweises. Es kann nur eine active Ortsverschiebung von Theilchen des Protoplasmas vorliegen, deren mechanische Ursache aber unbekannt ist.

III. Vom Stoffwechsel.

§. 236. Mit der Lebensthätigkeit der Pflanze gehen stoffliche Veränderungen quantitativer und qualitativer Art Hand in Hand. Es findet erstens eine Aufnahme fremder

Stoffe in den Pflanzenkörper statt, wobei dieselben mehr oder weniger chemische Wandlungen erleiden und zu Bestandtheilen der Pflanze umgeformt werden, ein Vorgang der auf Vermehrung der Masse der Pflanze, auf Zunahme ihres Gewichtes, insbesondere des Trockengewichtes (§. 199.) hinwirkt und den wir als Ernährung bezeichnen. Zweitens gehen in der lebenden Pflanze fortwährend Umwandelungen gewisser stofflicher Bestandtheile behufs Erzeugung neuer Bildungen vor sich, indem dieselben aus einem Organ in ein anderes geleitet und dort als Material zum Wachsthum und zur Bildung neuer Theile verwendet werden. Diese Stoffumwandelungen und Stoffwanderungen brauchen daher nicht nothwendig zugleich mit Ernährung, mit Zunahme des Gesammttrockengewichtes der Pflanze verbunden zu sein, während sie oft einen theilweisen Substanzverlust mit sich bringen. Endlich finden auch in der lebenden Pflanze stetig solche Vorgänge statt, bei welchen stoffliche Bestandtheile wieder aus der Pflanze verschwinden, sei es daß dieselben wie bei der Athmung durch Oxydation zerstört werden und in Form von Verbrennungsproducten entweichen, sei es daß sie als solche aus der Pflanze ausgeschieden werden, wie bei den Sekretionen, oder daß die Pflanze ganze Organe zu gewisser Zeit abwirft. Diese als Stoffabgang zusammenzufassenden Erscheinungen wirken entgegen der Ernährung auf eine stetige Verminderung des Trockengewichtes der Pflanze hin. Da nun beide Vorgänge gleichzeitig in der Pflanze stattfinden, so überwiegt unter normalen Verhältnissen nothwendig die Ernährung den Stoffabgang, weil hier thatsächlich Zunahme der Produktion von Pflanzensubstanz stattfindet. Wenn aber die Pflanzen bei Ausschluß der Ernährung oder bei mangelhafter Ernährung sich entwickeln müssen, so ist eine fortschreitende Abnahme des Trockengewichtes und endlich der Hungertod die nothwendige Folge. Aus Obigem ergiebt sich auch, daß Wachsthum und Neubildung von Organen auch ohne Zunahme des Gesammttrockengewichtes, ohne Aufnahme von Nahrung eine Zeit lang stattfinden kann, solange als Material für die hierzu erforderlichen Stoffumwandelungen in der Pflanze vorhanden ist, daß also Entwickelung und Wachsthum nicht gleichbedeutend mit Ernährung der Pflanze ist.

1. Nährstoffe.

§. 237. Diejenigen Stoffe, welche die Pflanze in ihren Organismus aufnimmt und bei der Bildung ihrer Organe verwendet, werden Nährstoffe im weiteren Sinne genannt. Wir finden dieselben unter den Elementen der chemischen Bestandtheile der Pflanzen, welche in §. 198. aufgezählt sind. Unter diesen giebt es aber, wie dort bemerkt, eine Anzahl, welche nicht constant, sondern nur zufällig in Pflanzen gefunden werden und sich dadurch schon als nicht nothwendige Stoffe erweisen. Aber auch unter den allgemeiner in den Pflanzenaschen vorhandenen Elementen sind einige, welche bei der Ernährung ausgeschlossen werden und dann in der Pflanze fehlen können, ohne daß dadurch das Leben und die Entwickelung derselben gestört wird. Alle übrigen aber, welche zur Bildung der Organe und zur Ausübung der Lebensfunktionen unentbehrlich sind, machen die **echten Nährstoffe** der Pflanzen aus. Selbstverständlich gehören zu diesen alle diejenigen Elemente, welche an der Zusammensetzung der organischen Verbindungen, aus denen der Pflanzenkörper besteht, betheiligt sind. Bezüglich der Aschebestandtheile ist die Frage, ob ein Element echter Nährstoff ist oder nicht, durch Vegetationsversuche zu ermitteln, indem man Pflanzen in künstlich bereitetem Boden oder in wässerigen Lösungen (Wasserkulturen) von bekannter Zusammensetzung kultivirt, wobei man nur den fraglichen Stoff ausschließt und den Erfolg beobachtet. Wenn dann die Entwickelung der Pflanze normal verläuft, so kann das betreffende Element nicht zu den echten Nährstoffen gezählt werden, wohl aber dann, wenn jedesmal irgend eine Störung der Entwickelung oder der Lebensfunktionen eintritt, welche unter ganz gleichen Kulturbedingungen bei Anwesenheit des betreffenden Nährstoffes sich nicht zeigt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß von allen Nährstoffen, und daher auch von dem bei dem Vegetationsversuche ausgeschlossenen, ein geringes Quantum schon in den ausgesäeten Samen vorhanden und für die Bedürfnisse der Keimpflanze eine Zeit lang ausreichend ist, der entscheidende Erfolg also erst in einer

nach den stofflichen Verhältnissen des Samens sich richtenden kürzeren oder längeren Zeit nach Beginn der Keimung zu erwarten ist. Auf diese Weise haben sich als echte Nährstoffe folgende Elemente ergeben: 1) Sauerstoff, 2) Wasserstoff, 3) Kohlenstoff, 4) Stickstoff, 5) Schwefel, 6) Phosphor, 7) Kalium, 8) Calcium, 9) Magnesium, 10) Eisen. Davon machen, soweit bekannt, nur die Pilze insofern eine Ausnahme, als bei ihnen manche der angeführten Aschebestandtheile entbehrlich oder durch andere ersetzbar sind. Die im Pflanzenreiche sehr verbreiteten Elemente Chlor, Natrium und Silicium sind für viele Pflanzen sicher entbehrlich, aber zum Theil vortheilhaft; ob sie nicht für gewisse Pflanzen nothwendig sind, ist noch zu entscheiden (☞ §. 198.).

Die genannten Elemente müssen, um als Nährstoffe von der Pflanze aufgenommen werden zu können, in Form bestimmter Verbindungen gegeben sein, und stehen ja auch in der Natur meist nur in solchen, nicht als reine Elemente zur Verfügung. Diese Verbindungen müssen entweder tropfbar-flüssigen oder gasförmigen Aggregatzustand haben, weil die Membranen der Pflanzenzellen nur für Gase oder Flüssigkeiten permeabel sind. Nur Wasser und darin aufgelöste Körper und Gase können daher Nahrungsmittel für die Pflanze sein.

Viele Nährstoffelemente sind in der Verbindung, in welcher sie von der Pflanze aufgenommen werden, noch nicht zur Verwendung im Leben der Pflanze geeignet, sondern müssen erst unter chemischen Umwandelungen oder Zersetzungen die Form des vegetabilischen Stoffes annehmen. Diese Vorgänge, welche sich an den Proceß der Nährstoffaufnahme meist unmittelbar anschließen, werden Assimilation[1] genannt. Die Assimilation ist daher von der Ernährung nicht zu trennen, während wir diejenigen stofflichen Vorgänge, bei welchen aus den keiner weiteren Assimilation bedürftigen Nährstoffen und aus den Assimilationsproducten die verschiedenen Bestandtheile der Pflanze sich bilden, im Kapitel der Stoffbildungen besprechen.

A. Kohlensäure und Wasser als Nährstoffe der grünen Pflanzen.

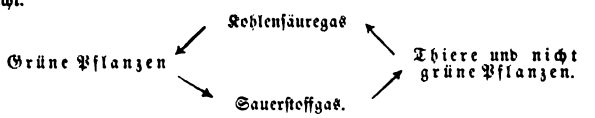
§. 238. Alle Pflanzen, welche Chlorophyll (§. 212.) besitzen, nehmen die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche sie zur Bildung ihrer verbrennlichen organischen Stoffe brauchen, in Gestalt von Kohlensäure (CO_2) und Wasser (H_2O) als Nahrung auf. Beide Körper stehen der Pflanze auch überall in der Natur zur Verfügung, insbesondere ist Kohlensäure überall als Gas in der Atmosphäre in wechselnden Mengen (0,04 bis 0,06 %) enthalten, und findet sich auch in allen tellurischen Gewässern und in der Ackererde. Dieser Satz wird durch folgende Thatsachen bewiesen: 1) Grüne Pflanzen gedeihen und ihr Gehalt an den genannten Elementen nimmt zu bei Wasserkulturen oder in ausgeglühtem Quarzsand, wenn die unentbehrlichen Aschebestandtheile in Lösung zugesetzt worden sind, wobei also jede andere Kohlenstoffquelle als die der atmosphärischen Kohlensäure ausgeschlossen ist. 2) Jeder Boden, welcher eine Vegetation trägt, bereichert sich an Humus, d. i. kohlenstoffreiche, bei der Verwesung der Pflanzensubstanz zurückbleibende Verbindungen, und das ist sogar bei Kulturböden der Fall, wo ein Theil der producirten Pflanzensubstanz durch die Ernte abgeführt wird. Dies würde nicht möglich sein, wenn nicht der Kohlenstoff, den die Pflanzen brauchen, aus der Luft genommen und von diesen im Boden angehäuft würde. 3) An allen grünen Pflanzen kann man direkt nachweisen, daß sie die Luft, in welche man sie eingeschlossen hat, im Lichte ärmer an Kohlensäure machen. Mit dieser Aufnahme von Kohlensäure ist eine Abgabe von Sauerstoffgas aus der Pflanze verbunden. Diese rührt her von der Zersetzung, welche die Kohlensäure nach ihrer Aufnahme in der Pflanze erleidet, wobei ihr Sauerstoff, der für die Bedürfnisse überschüssig ist, ausgeschieden, der Kohlenstoff aber in der Pflanze zurückbehalten wird. Die Ausscheidung von Gasblasen läßt sich direct an grünen Pflanzentheilen, die man im Sonnenlichte unter Wasser hält, beobachten; und durch chemische Mittel ist nachzuweisen, daß solches Gas fast reiner Sauerstoff ist, mehr oder weniger mit Stickgas gemengt, welches aus der Luft ohne verwendet zu werden in die Pflanze ein- und austritt.

---

1) Von assimilis ähnlich.

§. 238. Die Kohlensäure kann den Pflanzen durch keine andere Kohlenstoffverbindung ersetzt werden, weder durch Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoff, noch durch organische Säuren, noch durch irgend welche andere organischen Substanzen. Die organischen Kohlenstoffverbindungen, welche der Humusboden enthält, können die Pflanze nicht ernähren, denn Pflanzen, welche in einem solchen Boden wurzeln, aber in einer kohlensäurefreien Atmosphäre gehalten werden, gedeihen nicht und zeigen keine Zunahme ihres Kohlenstoffgehaltes. Auch kommen die Landpflanzen nur mit derjenigen Kohlensäure aus, welche sie direkt aus der Luft in ihre grünen Organe aufnehmen; diejenige, welche sie aus dem Boden aufnehmen können, genügt, wie Versuche gezeigt haben, zu ihrem Gedeihen nicht. Hingegen ist es ohne weiteres klar, daß für Wasserpflanzen, welche mit allen ihren grünen Theilen unter Wasser leben, die in diesem enthaltene Kohlensäure verwendbar ist, und zwar gilt dies sowohl vom absorbirten Kohlensäuregas, als auch von der in den aufgelösten kohlensauren Salzen enthaltenen Kohlensäure.

Gleichzeitig mit der Kohlensäureaufnahme und Sauerstoffabgabe findet auch Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure (Athmung, s. unten) statt, welche in der Dunkelheit, wo der erstere Proceß zum Stillstand kommt, rein hervortritt. Dieses ist also der gerade entgegengesetzte Stoffwechsel; derselbe wird aber von der Assimilation übertroffen, daher die Bereicherung der Pflanze an Kohlenstoff. Der Vorgang, daß grüne Pflanzen im Lichte Kohlensäure aus der Luft aufnehmen und Sauerstoff abscheiden, ist der umgekehrte von dem des thierischen Lebens, indem die Thiere bei ihrer Athmung Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure aushauchen, und während Thiere den zur Ernährung nöthigen Kohlenstoff aus der Pflanzenkost empfangen, wird er den Pflanzen in Form der von den Thieren producirten Kohlensäure aus der Luft zugeführt. Das Pflanzenreich ist also zur Erhaltung des thierischen Lebens doppelt nothwendig, und es wird auf diese Weise der Kreislauf des Stoffes bedingt und Kohlensäure und Sauerstoff halten sich deshalb in der Luft das Gleichgewicht.



Priſtley (1772), der den Sauerstoff entdeckte, fand auch, daß grüne Pflanzen dieses Gas ausscheiden. Nachdem Ingenhousz (1779) gefunden, daß dieser Proceß nur im Lichte stattfindet, ist erst durch Senebier (1782) und namentlich durch die klassischen Untersuchungen Sauſſure's (1804) festgestellt worden, daß der ausgeschiedene Sauerstoff aus zersetzter Kohlensäure stammt, welche die Pflanzen aufnehmen und unter Abscheidung von Sauerstoff zu organischen Nährstoffen der Pflanze umbilden.

Die Fähigkeit, Kohlenstoff durch Zersetzung von Kohlensäure zu assimiliren, ist an die durch Chlorophyll gefärbten Theile des Protoplasmas gebunden, also in den meisten Pflanzen an die Chlorophyllkörner, bei anderen an die anders geformten Chlorophyllkörper. Darum tritt die Ausscheidung von Sauerstoffblasen im Sonnenlichte auch an einzelnen Zellen ein, sofern sie Chlorophyll enthalten, wie bei Algen, desgleichen an abgeschnittenen grünen Pflanzentheilen, sofern sie lebendig sind. Darum findet aber auch dieser Vorgang überall da nicht statt, wo Chlorophyll fehlt, also bei allen chlorophyllosen Pflanzen (Pilzen) und Pflanzentheilen (wie keimenden Samen, Wurzeln, Knollen, Zwiebeln, Knospen), desgleichen nicht an Pflanzen, die normal grün sind, aber an der Chlorophyllbildung gehindert sind, also an im Dunkeln erzogenen (§. 212.) oder bei Ausschluß von Eisen kultivirten (§. 241.). Wohl aber tritt Kohlensäurezersetzung im Lichte an solchen Pflanzentheilen ein, welche nur deshalb nicht grün erscheinen, weil ihr Chlorophyll durch einen anderen zugleich vorhandenen Farbstoff dem Auge verdeckt wird, wie an den Varietäten mit rothen Laubblättern, z. B. *Atriplex hortensis*, *Amaranthus*, *Fagus* (Blutbuche) ꝛc., weil hier in den chlorophyllhaltigen Theilen rothe Zellsäfte vorhanden sind, sowie an vielen Algen, namentlich Florideen und Fucoideen, weil hier in den Chlorophyllkörnern noch andere Farbstoffe mit dem Chlorophyll gemengt sind (§. 212.).

Produkte der Kohlenstoffassimilation. Ueber die chemischen Vorgänge, die im Chlorophyllkorn unter dem Einfluß des Lichtes aus Kohlensäure und Wasser verbrennliche organische Substanz herstellen, haben wie noch keine genügende Kenntniß. Thatsache ist, daß wenn erwachsene grüne Pflanzentheile sich unter den Bedingungen der Kohlensäurezersetzung, also im Lichte und in kohlensäurehaltiger Luft befinden,

in ihren Chlorophyllkörnern Stärkemehl erscheint in Form winziger, allmählich zu größeren Körnchen heranwachsender Einschlüsse. Wenn dagegen Pflanzen im Lichte in einer Luft aufwachsen, welche man stetig kohlensäurefrei hält, so entsteht kein Stärkemehl in den Chlorophyllkörnern. Und wenn Pflanzen, die bereits Stärkeeinschlüsse gebildet haben, im Dunkeln verweilen oder am Lichte in kohlensäurefreier Luft gehalten werden, so verschwindet das Stärkemehl aus den Chlorophyllkörnern. Dazu bedarf es einer je nach Pflanzenarten verschieden langen Zeit, bei den meisten Landpflanzen eines oder mehrerer Tage, bei *Elodëa* mehrerer Wochen. Umgekehrt entsteht in solchen durch Dunkelheit entstärkten Chlorophyllkörnern, wenn sie der Sonne ausgesetzt werden, neue Stärke in viel rascherer Zeit; so bei *Spirogÿra* in 5 Minuten, bei *Funarïa* und *Elodëa* nach $1^1/_2$ bis 2 Stunden im Sonnenlichte, nach 2 bis 6 Stunden im diffusen Lichte. Aus diesen Thatsachen geht hervor, daß das in den Chlorophyllkörnern entstehende Stärkemehl ein Produkt der Assimilation ist und daß es dort auch wieder aufgelöst und wahrscheinlich zur weiteren Verwendung in der Pflanze aus den Chlorophyllkörnern fortgeführt werden kann. Wenn neben der Bildung eine Wiederauflösung der Stärke hergeht, so kann das Fehlen von Stärkekörnchen in den Chlorophyllkörnern daher rühren, daß das assimilirte Material in dem Maße aus den Chlorophyllkörnern fortgeführt wird, als es in denselben sich bildet. In der That giebt es Pflanzen (*Allium*, *Asphodëlus*, *Orchis militäris*, *Lactūca*, *Musa* und *Strelitzïa*), bei denen die Chlorophyllkörner auch unter den Bedingungen der Assimilation stärkefrei sind; dafür enthalten solche Zellen ein lösliches Kohlenhydrat, nämlich Glykose, und bei *Musa* und *Strelitzïa* entsteht erst bei gesteigerter Assimilation, nämlich bei 6—8 % Kohlensäuregehalt der Luft, Stärke in den Chlorophyllkörnern. Dies deutet darauf hin, daß allgemein bei der Assimilation ein lösliches Kohlenhydrat entsteht, welches bei ausgiebiger Production vorübergehend in fester Form als Stärkemehl aufgespeichert werden kann. Daß Kohlenhydrate bei der Assimilation gebildet werden, dafür spricht auch der Umstand, daß das Gasvolumen, in welchem sich assimilirende Pflanzen befinden, nahezu constant bleibt, mit anderen Worten, daß für ein Volumen aufgenommener Kohlensäure ein gleiches Volumen Sauerstoff abgegeben wird, und das ist gerade diejenige Menge, welche in dem gleichen Volumen Kohlensäure enthalten ist. Mit diesem Verhältnisse steht die Entstehung eines Kohlenhydrates im Einklange, wie aus folgender Gleichung ersichtlich ist:

§. 238.

$$12\,CO_2 + 10\,H_2O = O_{24} + C_{12}H_{20}O_{10}.$$
(Kohlensäure) (Wasser) (Sauerstoff) (Stärkemehl)

Wie im Näheren die Verarbeitung der Kohlensäure und des Wassers zu einem Kohlenhydrat sich vollzieht, ist unbekannt. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine Kette von Umwandelungen, in welcher als erstes Assimilationsprodukt auch etwas Anderes als ein Kohlenhydrat auftreten könnte. So läßt sich die Constanz der Gasvolumina auch mit der Annahme von Baeyer in Einklang bringen, daß die Kohlensäure und das Wasser zunächst zu Formaldehyd (Aldehyd der Ameisensäure) reducirt werden; denn

$$CO_2 + H_2O = O_2 + CH_2O.$$
(Kohlensäure) (Wasser) (Sauerstoff) (Formaldehyd)

Man könnte sich dabei vorstellen, daß die Kohlensäure in den grünen Zellen die Hälfte ihres Sauerstoffes verliert und zu Kohlenoxyd (CO) wird, dann mit dem Wasserstoff (H) aus dem ebenfalls zersetzten Wasser sich zu Formaldehyd verbindet:

$$CO + H_2 = CH_2O.$$

Aus Formaldehyd, welches einfach durch polymerisirende Condensation in Zucker übergehen könnte, hat man in der That einen zuckerartigen Stoff darstellen können; auch scheinen Aldehyde in grünen Pflanzentheilen allgemein vorzukommen.

Abhängigkeit der Kohlensäurezersetzung. Die Aufnahme von Kohlensäure und Abgabe von Sauerstoff ist von gewissen Bedingungen abhängig. Unter diesen steht oben an

1) das Licht. Im Dunkeln findet nämlich jener Proceß nicht statt, und hier tritt der umgekehrte Gasaustausch, den wir Athmung (§. 253.) nennen, rein hervor. Das Licht ist zunächst hinsichtlich seiner Intensität von Einfluß auf die Energie der Kohlensäurezersetzung. Ein sehr schwaches Licht, welches zu gewissen anderen

§. 238. Functionen noch ausreicht, z. B. zur Ergrünung der Chlorophyllkörner, vermag keine bemerkbare Assimilation hervorzurufen, jedenfalls überwiegt hier die Athmung. Aber schon in der Dämmerung läßt sich bei gewissen Pflanzen Sauerstoffausscheidung nachweisen, und unzweifelhaft assimiliren Pflanzen, die an sehr schattigen Standorten wachsen und gedeihen, bei solchem wenig intensiven Lichte in genügendem Grade. Ebenso gewiß ist, daß andere Pflanzen wie die meisten landwirthschaftlichen Kulturpflanzen, zu einer für ihr Gedeihen hinreichenden Assimilation eines helleren Lichtes bedürfen als jene Schattenpflanzen. Bei einer und derselben Pflanzenart dürfte die Energie der Assimilation ungefähr proportional der Lichtintensität sein. Man kann dies erschließen aus der Anzahl der in der Zeiteinheit abgeschiedenen Sauerstoffblasen aus den unter Wasser gehaltenen Pflanzentheilen. Auch läßt sich dies bemessen nach dem Gedeihen der Pflanzen, welches sich in der Zunahme der organischen Substanz ausspricht, wenn sie in verschiedenen Helligkeiten kultivirt werden. Doch setzt sich diese Proportionalität nicht bis zu den stärksten Lichtintensitäten fort; denn in dem concentrirten Lichte hinter einer Sammellinse hört die Assimilation auf, weil dadurch die Athmung so hoch gesteigert wird, daß Desorganisation des Chlorophylls und anderer Bestandtheile und damit der Tod der Zellen eintritt.

Der Einfluß der Lichtintensität auf Assimilation bei gewöhnlichen Beleuchtungsverhältnissen zeigt sich z. B. in folgendem Versuche Sachs' mit *Tropaeolum*. Vier Samen enthalten an Trockensubstanz $0{,}391$ g. Vier Pflanzen, die den ganzen Tag direktes Licht an einem Westfenster erhielten, gaben nach 62 Tagen $20{,}299$ g Trockensubstanz, $173{,}8$ cm lange Stengel, je 265 Blätter, 46 Blütenknospen, 18 geöffnete Blüten, 13 Früchte. Vier andere Pflanzen, die unter gleichen Verhältnissen nur diffuses Zimmerlicht erhielten, waren nach 25 Tagen verdorben und hatten geliefert $0{,}264$ g Trockensubstanz, 38 cm lange Stengel, je 6 Blätter, keine Blüten und Früchte.

Da mit der Dauer der Beleuchtung auch die des Assimilationsprocesses sich verlängert, so wird Abkürzung der täglichen Beleuchtungszeit eine Verlangsamung, Verlängerung derselben eine Beschleunigung der Produktion organischer Pflanzensubstanz bewirken.

So gaben in dem erwähnten Versuche Sachs' vier Pflanzen von *Tropaeolum*, welche täglich nur von 1 Uhr mittags bis abends Tageslicht empfingen, ein viel geringeres Resultat als nach derselben Zeit die den ganzen Tag belichteten, nämlich $5{,}219$ g Trockensubstanz, 65 cm lange Stengel, je 147 Blätter, keine Blüten und Früchte. Daher auch der günstige Erfolg bei Kulturen, die nachts durch elektrisches Licht beleuchtet werden. Doch ist noch näher zu prüfen, ob durch constante Beleuchtung nur die normale Produktion der Pflanze beschleunigt oder absolut erhöht werden kann.

Farbiges Licht erregt auch Kohlensäurezersetzung, jedoch wirkt weißes Licht kräftiger als jedes farbige für sich allein. Zwar ist jede Lichtfarbe hierzu fähig, aber die stärker brechbare Hälfte des Spectrums (blau bis violett) hat viel schwächere Wirkung als die minder brechbare (roth bis grün), wo das Maximum im Gelb liegt, und zwar nach der Zahl der abgeschiedenen Gasblasen bestimmt in dem relativen Verhältnisse: Roth 25,4, Orange 63, Gelb 100, Grün 37,2, Blau 22,1, Indigo 13,5, Violett 7,1. Daher findet schon im blauen Lichte keine genügende Kohlenstoffassimilation mehr statt. Die Größe der Wirkung entspricht hiernach der Größe der Helligkeit, nicht der chemischen und auch nicht der Wärmewirkung des Spectrums, denn sowohl die chemisch wirkenden ultravioletten Strahlen als auch die sogenannten dunklen Wärmestrahlen im Ultraroth sind wirkungslos. Auch künstliches Licht, nämlich elektrisches Licht, Kalklicht, Magnesiumlicht, selbst Lampen- oder Gaslicht vermag, sobald es genügende Intensität hat, Kohlensäurezersetzung zu bewirken.

2) Die Temperatur scheint innerhalb ihrer für das Leben gezogenen Grenzen auch die Kohlensäurezersetzung zu ermöglichen, doch ist die letztere bei Temperaturen nahe an 0^0 sehr schwach, wie aus der Verlangsamung der Gasblasenabscheidung und der Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern bei dieser Temperatur hervorgeht.

3) Der Kohlensäuregehalt des Mediums hat Einfluß auf die Assimilation. Während dieselbe in reinem Kohlensäuregas sehr gehemmt ist, hat doch ein Gehalt, der ansehnlich höher ist als der der gewöhnlichen Luft, günstigere Wirkung; so ist das Optimum für *Glyceria spectabilis* bei 8—10 %, für *Typha latifolia* bei 5—7 %, bei *Elodea* im Wasser bei 5—10 % Kohlensäuregehalt gefunden worden, was jedoch nur bei heller Beleuchtung gilt.

4) Specifische Assimilationsenergie. Es darf angenommen werden, daß mit dem Gehalt eines Pflanzentheiles an Chlorophyll auch die Kohlensäurezersetzung sich steigert. Ebenso hat auf das Resultat die Größe der Athmung einen Einfluß, weil sie der gerade entgegengesetzte Proceß ist. Schon daraus erklärt sich die ungleiche Assimilationsenergie der grünen Pflanzentheile, die im jugendlichen Zustande und ebenso gegen den Schluß der Vegetation hin weniger Kohlensäure zersetzen als in der zwischenliegenden Entwickelungsperiode. Es haben aber auch die verschiedenen Pflanzenarten eine ungleiche Assimilationsenergie, wie aus der ungleichen Zunahme der Trockensubstanz für gleichgroße Blattflächen in gleichen Zeiten hervorgeht. Auch veränderte Zustände des Blattes influiren auf die Assimilation. So zersetzen Blätter von *Prunus laurocerăsus*, die durch Welken die Hälfte ihres Wassers verloren haben, nur $^1/_6$ so viel Kohlensäure, als im turgescenten Zustande. Auch wird von einem Blatte, welches in natürlicher Lage mit der Oberseite dem Lichte zugekehrt ist, energischer Kohlensäure zersetzt, als wenn es in umgekehrter Lage gehalten wird.

B. Stickstoffhaltige Nährstoffe.

§. 239. Auch der Stickstoff wird den grünen Pflanzen in Form anorganischer Verbindungen als Nahrung zugeführt, nämlich vorwiegend als Salpetersäure, welche in Form von Salzen in jedem Boden vorhanden ist und auch in dieser Form von der Pflanze aufgenommen wird. Sie entsteht im Boden aus verwesenden stickstoffhaltigen organischen Massen, wobei sich auch Ammoniak bildet, welches im Boden ebenfalls in Salpetersäure übergehen kann; auch kann etwas des atmosphärischen Stickgases durch elektrische Entladungen in Salpetersäure und vielleicht unter gewissen Bedingungen auch im Boden in stickstoffhaltige Verbindungen übergeführt werden. Aber das atmosphärische Stickgas als solches ist für die Pflanze nicht verwerthbar. Diese Thatsachen sind durch Bouſſingault's Versuche erwiesen worden, wonach Pflanzen, die sich entwickeln, wenn alle Stickstoffquellen mit Ausnahme des atmosphärischen Stickgases ausgeschlossen sind, an Stickstoffgehalt nicht zunehmen, wohl aber dann, wenn ihren Wurzeln ein salpetersaures Salz zur Verfügung steht. Jede Pflanze erhält schon aus dem Samen, aus welchem sie aufkeimt, ein Quantum Stickstoff in organischer Form, und mittelst desselben kann sie sich bei Ausschluß von Stickstoffnahrung oft bis zur Blütenbildung und unter Vermehrung ihres Trockengewichtes entwickeln, selbstverständlich ohne an Stickstoff zuzunehmen; die älteren Blätter sterben aber dabei immer bald wieder ab, indem augenscheinlich das stickstoffhaltige Material ihnen wieder entzogen und den jüngeren Theilen zugeführt wird. Auch für chlorophyllose Pflanzen, wie verschiedene Pilze, ist die Fähigkeit, Salpetersäure als Stickstoffnahrung zu verwenden, erwiesen, und Hefepilze können mit Salpetersäure zwar ungenügend aber gut mit Ammoniaksalzen ernährt werden. Grüne Pflanzen gedeihen zwar mit Ammoniaksalz auch, aber besser mit einem salpetersauren Salze. Nur einige niedrige Organismen, wie Milzbrandbakterien, machen eine Ausnahme, indem sie zu ihrer Nahrung nothwendig organische Stickstoffverbindungen (Eiweißstoffe oder Peptone) bedürfen.

Es ist zwar möglich grüne Pflanzen auch mit organischen Stickstoffverbindungen, statt der anorganischen, zu ernähren, aber immer unter schlechterem Gedeihen. Dies ist erwiesen von Harnstoff, Hippursäure, Harnsäure, Glykokoll, Acetamid, Propylamin, Asparagin, Leucin, Tyrosin, Guanin, Kreatin. Pilze gedeihen dagegen mit diesen und anderen organischen Stickstoffverbindungen gut.

Ueber den Vorgang der Assimilation des in anorganischer Verbindung in die Pflanze eingeführten Stickstoffes sind wir ungenügend unterrichtet. Eine theilweise Wiederabgabe von Stickstoff aus der Pflanze findet dabei nicht statt, wie aus Bouſſingault's Experimenten hervorgeht, und die behauptete Ausgabe von Ammoniak aus Pilzen und keimenden Samen ist auf eingetretene Fäulniß zurückzuführen. Da nun auch chlorophyllfreie Pflanzen sich mit Salpetersäure ernähren, so kann bei der Stickstoffassimilation in der Pflanze das Chlorophyll nicht betheiligt sein. Bei den höheren Pflanzen scheint die Stickstoffassimilation vorwiegend in den Blättern ihren Sitz zu haben, wenn auch das Nichtstattfinden derselben in anderen Organen nicht bewiesen ist. Es läßt sich nämlich die aufgenommene

Salpetersäure noch in den Wurzeln und Stengeln, in den Blättern aber in geringeren Mengen nachweisen, und auch die Erfolge der Ringelungsversuche, bei denen diejenigen Gewebe, welche die assimilirten stickstoffhaltigen Stoffe leiten, unterbrochen sind (§. 250.), sprechen für jene Annahme.

C. Pflanzen, die sich mit organischen Verbindungen ernähren.

§. 240. Es giebt Pflanzen, welche die Elemente der verbrennlichen Substanz in Form organischer Verbindungen als Nahrung aufnehmen. Man muß hier unterscheiden zwischen solchen Pflanzen, welche dieser Nahrung nothwendig bedürfen, weil sie mit unorganischen Verbindungen sich nicht ernähren können, und solchen Pflanzen, welche das letztere imstande sind und nur nebenbei organisches Material zu Ernährungszwecken aufzunehmen befähigt sind.

a. Nothwendig organischer Nahrung bedürfen alle chlorophyllosen Pflanzen, denn sie absorbiren und zersetzen keine Kohlensäure (§. 238.), sondern scheiden bei Tage wie bei Nacht dieses Gas aus (Athmung §. 253.), müssen daher den Kohlenstoff aus einer anderen Quelle beziehen; und damit steht im Zusammenhange, daß diese Pflanzen nur auf organischem Substrate, wo ihnen eben der Kohlenstoff in organischer Verbindung geliefert wird, fortkommen, und zwar entweder als Fäulnißbewohner (Saprophyten), welche nur da wachsen, wo bestimmte organische Körper in Fäulniß oder Verwesung begriffen sind, und sich aus den organischen Verbindungen ernähren, in welche hierbei die leblosen animalischen oder vegetabilischen Stoffe zerfallen, oder als Schmarotzer (Parasiten), welche auf oder in dem Körper lebender Thiere oder Pflanzen wachsen, von deren Bestandtheilen sie sich ernähren. Die Pflanze, auf welcher ein Schmarotzer lebt, heißt die Nährpflanze oder der Wirth desselben. Zwischen dem Schmarotzer und seiner Nährpflanze stellt sich immer eine für die Ernährung des Parasiten zweckmäßige Vereinigung der Organe her, und in der Mehrzahl der Fälle ist hierbei der Schmarotzer der active Theil, d. h. er dringt in seine Nährpflanze ein oder treibt gewisse nahrungaufsaugende Organe in dieselbe. Dadurch erleidet die Nährpflanze mehr oder weniger krankhafte Veränderungen oder wird endlich von ihrem Parasiten getödtet. In manchen Fällen verhält sich aber auch die Nährpflanze activ, insofern sie an den vom Parasiten befallenen Theilen eine erhöhte Bildungsthätigkeit erkennen läßt, nämlich verstärktes und abnorm verändertes Wachsthum, oder Neubildungen zeigt, in denen dann der Parasit sich befindet. Man nennt alle solche durch parasitäre Einflüsse hervorgerufenen Neubildungen Gallen (Cecidien). Bei einfacher gebauten Organismen kann zwischen den beiden Wesen eine vollständige Vereinigung sich herstellen, welche wie ein einfacher Organismus erscheint und functionirt, indem beide Individuen sich in die Arbeit theilen um die gemeinsamen Bedürfnisse zu befriedigen. Solche Doppelwesen sind die Flechten (§. 180.), die wir als Vereinigung von Algen (die grünen Flechtengonidien) mit parasitischen Pilzen (die Hyphen des Flechtenthallus und die mit ihnen zusammenhängenden Früchte) zu betrachten haben, wobei die chlorophyllhaltigen Algenzellen durch ihre Kohlenstoff-Assimilation das organische Material zu ihrer und des Pilzes Ernährung erzeugen, während die Hyphen des Pilzes, nämlich die in das Substrat eindringenden Haftfasern des Flechtenthallus die mineralischen Nährstoffe für die ganze Flechte aufnehmen. Es giebt daher sehr verschiedene Formen des auf Ernährungszwecken beruhenden Zusammenlebens zweier Wesen, für die man den allgemeinen Ausdruck Symbiose[1] anwenden kann, die uns also in ihrer vollkommensten Form bei den Flechten entgegentritt, und von welcher auch der Parasitismus nur ein specieller Fall ist.

I. Zu den chlorophyllosen Schmarotzerpflanzen gehören:
1) Die parasitischen Pilze, welche zum Theil auf Pflanzen, zum Theil auf Thieren leben. Sie dringen meistens mit ihren Keimschläuchen durch die Haut der Nährpflanze ein, entweder durch die Spaltöffnungen oder indem sie die Epidermiszellen durchbohren, um dann ihr Mycelium im Innern des Pflanzenkörpers zu entwickeln (endophyte Parasiten), wo sie entweder nur zwischen den Zellen wachsen oder in dieselben eindringen, in beiden Fällen aber

1) Zusammengesetzt aus σύν mit, zusammen und βίος Leben.

aus den Säften der Zellen sich ernähren. Wenige wachsen mit ihrem Mycelium auf der freien Oberfläche der Nährpflanze, nur kleine Fortsätze der Myceliumfäden (Haustorien) in die Epidermiszellen treibend, wie die Mehlthaupilze (Erysipheen). Die thierbewohnenden Schmarotzerpilze dringen entweder auch ins Innere des Thierleibes, oder siedeln sich auf oder in der Oberhaut, im Epithel ꝛc. an. Die Fruchtträger, an denen sie ihre Sporen entwickeln, bilden die parasitischen Pilze theils an der Oberfläche, theils im Inneren des von ihnen befallenen Körpers. § 240.

2) Die Cuscuteen oder Seidenarten. Die gemeine Seide (*Cuscūta europaea*), welche auf Nesseln, Hopfen, Hanf und vielen anderen Kräutern, auch auf verschiedenen Laubholzpflanzen, die Flachsseide (*C. epilīnum*), welche auf Flachs, die Kleeseide (*C. epithȳmum*), die auf

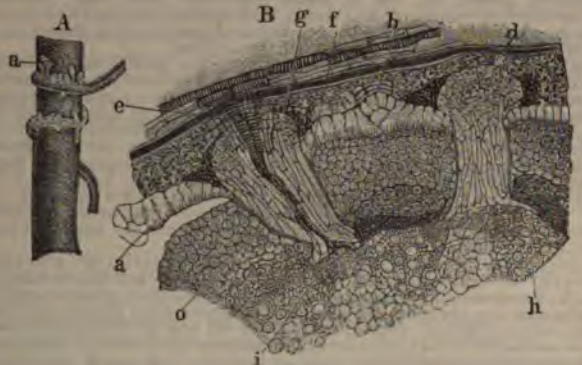


Fig. 623.

Die Kleeseide (*Cuscūta trifolii* Bab.).

A Einige Windungen eines Seidestengels (*Cuscūta europaea*), der einen andern Pflanzenstengel umschlungen und daselbst mehrere Haustorien gebildet hat. Wenig vergrößert.

B Stück eines Durchschnittes durch einen Luzernestengel und eines auf diesem schmarotzenden Seidestengels (*Cuscūta trifolii* Bab.), welcher mit zwei Saugfortsätzen f und d aus dem Haustorium a hervorgewachsen und durch die Rinde des Luzernestengels bis zum Holzring desselben vorgedrungen ist. Der Saugfortsatz f ist gerade mitten durchschnitten und zeigt in seiner Achse ein Gefäßbündel, welches sich einerseits an den Holzring des Nährstengels bei i anlegt, andererseits bei e mit dem Gefäßbündel des Seidestengels in Verbindung steht. 50fach vergrößert. Nach Solms-Laubach.

Klee, Luzerne, *Thymus*, *Callūna*, und vielen andern Kräutern schmarotzt, und andere *Cuscūta*-arten sind Schlingpflanzen mit fadendünnen, bleichen oder röthlichen Stengeln ohne grüne Blätter, mit welchen sie um ihre Nährpflanzen gewunden sind, ohne am Boden zu wurzeln. Ihre Samen keimen auf der Erde, aber ihre feinen Stengel umschlingen sehr bald in der Nähe wachsende Nährpflanzen. An der dem Wirth anliegenden Seite der Stengelwindungen treiben sie durch Auswachsen der Epidermis- und Rindezellen kleine Wärzchen, Haustorien, welche sich fest an den Nährstengel anlegen (Fig. 623 A); dann entsteht in diesem ähnlich wie eine Nebenwurzel der eigentliche Saugfortsatz, welcher das Wärzchen durchbricht und sich in den Nährstengel bis zu dessen Gefäßbündeln einbohrt, mit denen sich auf diese Weise der Seidenstengel in Verbindung setzt (Fig. 623 B) und wodurch dessen Ernährung ermöglicht wird.

3) Die Orobancheen, zu denen der Kleewürger (*Orobānche rubens*) auf Luzerne, (*O. minor*) auf Rothklee, und der Hanfwürger (*O. ramōsa*) auf Hanf und Tabak gehört, sind ebenfalls nichtgrüne Phanerogamen, enthalten aber eine sehr geringe Menge Chlorophyll, welches jedoch für eine ausreichende Assimilation nicht genügt. Es sind Parasiten, indem ihre angeschwollene Stengelbasis ein Saugorgan darstellt, welches der Wurzel einer Nährpflanze aufsitzt, als wäre die Orobanche ein Ast der letzteren, und an welchem eine Verschmelzung der Gewebe von Nährpflanze und Parasit besteht. Die chlorophyllose *Lathraea* schmarotzt auf Baumwurzeln; aus ihrem im Boden wachsenden Rhizom entspringen Wurzeln, von denen manche Anschwellungen, Haustorien, besitzen, die in ähnlicher Weise wie die der Cuscuteen mit fingerdicken Nährwurzeln verwachsen sind. Auch bei der chlorophyllosen *Monotrōpa* verwachsen die Wurzeln mit denjenigen von Fichten, Kiefern und Buchen.

4) Die Balanophoreen, nicht grüne Phanerogamen der heißen Zone, deren Blütenschäfte aus einer Knolle hervorwachsen, welche dünnen Wurzelzweigen anderer Pflanzen aufsitzt und mit diesen verschmolzen ist.

5) Die Rafflesiaceen, chlorophyllfreie Phanerogamen der heißen Zone, welche auf Wurzeln oder Stengeln anderer Pflanzen schmarotzen und meist nur aus einer Blüte oder einem Blütenstande bestehen, der unmittelbar aus der Nährpflanze hervorbricht, wo er einem

§. 240. polſterförmigen Organ entſpringt, welches mit den Geweben des Wirthes verwachſen iſt, bisweilen ſtrangförmige Fortſätze durch dieſelben entſendend (Fig. 112.).

II. Die chlorophyllloſen Saprophyten zeigen hinſichtlich des für ihre Ernährung geeigneten Subſtrates große Mannigfaltigkeiten. Die Pilze bieten Beiſpiele für ſolche Pflanzen, welche theils nur auf faulenden pflanzlichen oder thieriſchen Körpern, theils auf beſtimmten organiſchen Subſtanzen oder Kunſtprodukten vegetiren. Für manche dieſer Saprophyten kennt man die organiſchen Verbindungen, mit denen ſie ſich ernähren laſſen, genauer. So können Spalt- und Sproßpilze und gewiſſe Schimmelpilze mit Zucker oder anderen Kohlenhydraten, Weinſäure, Traubenſäure (von der die rechtsdrehende Weinſäure aufgenommen wird, die linksdrehende zurückbleibt) oder anderen organiſchen Säuren, auch mit Glycerin und ſelbſt mit ſehr verdünntem Alkohol ernährt werden, wenn gleichzeitig eine geeignete Stickſtoffverbindung, z. B. ein Ammoniakſalz geboten iſt; oder es können auch allein Eiweißſtoffe, Peptone, Leucin, Asparagin als Nahrung dienen. Wieder andere Saprophyten ſind Humusbewohner, ſie wachſen auf Humusboden, wo ſie ſich aus den Beſtandtheilen des durch Verweſung vegetabiliſcher Theile entſtandenen Humus ernähren. Hierher gehören:

1) Die Pilze, mit Ausnahme der Schmarotzerpilze. Sie wachſen auf den verſchiedenſten natürlichen und künſtlichen organiſchen Subſtraten, die oben genannt ſind; auch giebt es unter ihnen zahlreiche Humusbewohner, wie die auf der Erde wachſenden größeren Schwämme.

2) Mehrere Orchideen. Unter dieſen ſind einige zeitlebens nicht grün, nämlich *Epipogium*, *Corallorhiza*, *Neottia*: nur die letztere enthält ſehr wenig, für die Aſſimilation nicht ausreichendes Chlorophyll. Dieſe Pflanzen ſind Humusbewohner; ſie haben ein in lockerem Humus wachſendes Rhizom mit Wurzeln oder, wie *Corallorhiza*, nur mit Wurzelhaaren. Auch bei der Keimung chlorophyllhaltiger Orchideen ſcheint zuerſt eine ſaprophyte Ernährung ſtattzufinden, weil ſie aus ſehr kleinen, kaum Reſervenährſtoffe enthaltenden Samen aufkeimen, zumal bei denjenigen, welche wie *Goodyëra* zunächſt ein chlorophylloſes unterirdiſches Rhizom bilden. Aehnlich iſt es vielleicht auch mit den keimenden Pyrolaceen und den Vorkeimen der Lycopodiaceen und Ophioglosſeen.

III. Chlorophylloſe Pflanzen, welche ſowohl paraſitiſch, wie ſaprophyt leben können. Beiſpiele dieſer Art ſind hauptſächlich unter den Pilzen bekannt. *Peziza Fuckeliana*, *P. sclerotiorum* und verwandte Arten ſind Schmarotzer auf vielen lebenden Pflanzen, vegetiren aber auch ſehr üppig auf den abgeſtorbenen Theilen dieſer Pflanzen, auf Fruchtſäften und anderem lebloſen Subſtrat. Ebenſo verhält es ſich mit dem auf Baumwurzeln ſchmarotzenden *Agaricus mellëus* und wohl auch anderen baumbewohnenden größeren Schwämmen, desgleichen mit dem inſektenbewohnenden *Cordiceps militaris*. Auch gewiſſe Spaltpilze, die in lebenden Thierkörpern vorkommen, gedeihen auf lebloſem organiſchen Subſtrat, z. B. die Milzbrandbakterien. Ein anderes Verhältniß beſteht bei vielen pflanzenbewohnenden Schmarotzerpilzen inſofern, als ſie nur den erſten Theil ihrer Entwickelung an der lebenden Nährpflanze durchmachen, den Abſchluß derſelben aber erſt auf der abgeſtorbenen Pflanze erreichen (viele in Blättern und Stengelorganen lebende Pyreno- und Discomyceten).

b. Nothwendig organiſcher Nahrung bedürfen auch einige chlorophyllhaltige Paraſiten. Dieſe aſſimiliren mittelſt ihres Chlorophylls Kohlenſäure; es muß alſo ein anderes Nahrungsbedürfniß ihren Paraſitismus bedingen. Ob dies organiſche Stickſtoffverbindungen oder die Aſchebeſtandtheile ſind, iſt noch unbekannt. Jedenfalls beziehen ſie dieſe Stoffe durch ihre Nährpflanze. Auch iſt nicht entſchieden, ob dieſe Pflanzen von ihren Aſſimilationsprodukten etwas an ihre Wirthe abgeben oder nicht. Hierher gehören

1) Die auf den Aeſten der Bäume wachſenden Loranthaceen, die in den Tropen durch zahlreiche Arten, in Deutſchland beſonders durch die Miſtel (*Viscum album*) vertreten ſind, welche auf über 50 verſchiedenen Laub- und Nadelbäumen vorkommt. Vom Miſtelſtamme aus gehen durch die Rinde des Nähraſtes die ſogenannten Rindewurzeln, welche beſonders im Cambium in der Längsrichtung des Aſtes ſich verbreiten (Fig. 624.). Von ihrer dem Holze angrenzenden Seite aus dringen in dieſes ſtellenweiſe in radialer Richtung die ſogenannten Senker ein. Die Zellen derſelben verholzen theilweiſe und nehmen ſo an der Bildung des Holzkörpers des Nährаſtes Theil. In der Gegend der Cambiumſchicht beſteht auch der Senker in ſeiner ganzen Breite aus Meriſtem, durch deſſen Thätigkeit die Fortbildung desſelben gleichen Schritt mit der Verdickung des Nährаſtes hält und der Senker tiefer in das Holz des letzteren zu liegen kommt. Die Samen der Loranthaceen keimen auf den Baumäſten und das Würzelchen der Keimpflanzen dringt in die letzteren ein.

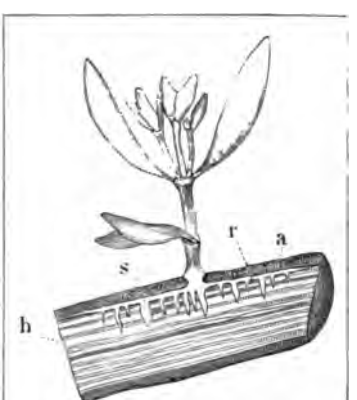


Fig. 624.

Junge Miſtelpflanze (*Viscum album*) auf einem Tannenzweige, welcher der Länge nach durchſchnitten iſt und die von der Baſis des durch die Rinde a hervorgebrochenen Miſtelſtammes aus verlaufenden Rindewurzeln r und die von dieſen aus in das Holz h eindringenden Senker s zeigt. Etwas verkleinert. Nach Schacht.

2) Die Wurzelparasiten aus den Familien Santalaceen und Rhinanthaceen. Zu den ersteren gehören bei uns die krautartigen *Thesium*-Arten, in der heißen Zone die Santelbäume, zu den letzteren die auf Wiesen und Aeckern wachsenden Arten von *Melampyrum*, *Rhinanthus* und *Euphrasia*. Diese im Boden wurzelnden Pflanzen lassen sich nur kultiviren, wenn neben ihnen andere grüne Pflanzen wachsen, und die Santelbäume sollen eingehen, wenn die in ihrer Nachbarschaft stehenden Pflanzen beseitigt werden. Alle stehen an einzelnen Punkten ihrer Wurzeln mit denjenigen benachbarter Pflanzen durch kleine Saugwarzen (Haustorien) in Verbindung, aus denen wie bei den Cuscuteen ein Saugfortsatz in die Nährwurzel eindringt um sich den Gefäßbündeln derselben anzulegen.

c. Chlorophyllhaltige Pflanzen, welche nicht nothwendig, aber facultativ organische Nahrung aufnehmen. Hierher gehören die sogenannten insektenfressenden oder fleischverdauenden Pflanzen. Die bekanntesten derselben sind folgende: Die Fliegenfalle (*Dionaea muscipŭla*) und die *Aldrovānda vesiculōsa*, bei denen durch plötzliches Zusammenschlagen des durch Berührung gereizten Blattes (§. 227.) Insekten, die sich auf ein solches gesetzt haben, gefangen werden, die Arten des Sonnenthau (*Drosĕra*), deren Blätter oberseits mit vielen großen abstehenden Drüsenhaaren besetzt sind, welche ein klebriges Sekret abscheiden, an dem kleine Thierchen haften bleiben, über welchen sich dann infolge eines Reizes die Haare allmählich zusammenschlagen (Fig. 621.), ferner die Arten von *Pinguicŭla*, bei denen der Rand des Blattes über kleinen Gefangenen sich hinwegschlägt, endlich der Kannenstrauch (*Nepēnthes*) und die *Sarracenia*, bei denen die Blätter die Form kannenförmiger Schläuche (Fig. 225.) haben, die zum Theil mit aus Drüsen ausgeschiedenem Wasser erfüllt sind, in welchem Insekten ersaufen. Bei *Dionaea* und *Aldrovānda* wird von den auf der Blattfläche sitzenden Drüsen, bei *Drosĕra* an den Drüsenköpfchen der Haare, bei *Nepēnthes* und *Sarracenia* mit dem Wasser des Schlauches zugleich Pepsin abgeschieden, durch welches die eiweißartigen Stoffe der gefangenen Insekten, in gleicher Weise auch diejenigen künstlich aufgelegter Fleischstückchen in Peptone (§. 211.) umgewandelt werden. Zugleich wird auch freie Säure (wahrscheinlich organische Säuren, unter denen Ameisensäure, Propionsäure, Buttersäure vorzukommen scheinen) abgesondert, durch welche Eiweißstoffe als solche in Lösung übergehen. Die Lösungen werden dann von der Pflanze aufgesogen, wahrscheinlich durch die secernirenden Drüsen selbst. Bei einigen Pflanzen ist es gewiß, daß diese verdauenden Sekrete erst infolge von Reizungen ausgeschieden werden, wie bei *Drosĕra*, *Dionaea*, *Pinguicŭla*, wo entweder durch chemische Reize, besonders durch die Anwesenheit der zu verdauenden stickstoffhaltigen Körper, oder auch durch mechanische Reize die Sekretion in Gang kommt (§. 227.). Nothwendig ist aber für diese Pflanzen die Insektennahrung nicht, denn sie lassen sich auch ohne solche kultiviren. Sie sind ja auch durch ihren Chlorophyllgehalt in der Lage, gleich anderen grünen Pflanzen sich mit unorganischen Nährstoffen zu ernähren. Aber einen Vortheil scheint ihnen thierische Nahrung zu gewähren, denn bei *Drosĕra* fand man, daß gefütterte Pflanzen etwas reichlicher Blüten, Samen und Trockensubstanz produciren, als ohne animalische Nahrung vegetirende.

Die Aufnahme organischer Humusbestandtheile durch grüne Pflanzen, die im Ackerboden wachsen, darf zwar nicht als unmöglich gelten, ist jedoch nicht erwiesen. Gewiß ist aber, daß sie erstens unnöthig ist, wie das Gedeihen der Ackerpflanzen bei Wasserkulturen ꝛc. (§. 237.) beweist, und daß sie zweitens auch nicht genügen würde, da diese Pflanzen, wenn die Luft ihnen keine Kohlensäure zuführt, auch im Humusboden nicht fortkommen (S. 592). Daher ist auch die frühere, von Liebig mit Recht bekämpfte Humustheorie, welche gerade den Humus als wichtige Pflanzennahrung auffaßte, unhaltbar.

D. Die zur Ernährung nothwendigen Aschenbestandtheile.

§. 241. Wenn man Samen in destillirtem Wasser oder in reinem Quarzsande, welcher mit destillirtem Wasser begossen wird, keimen läßt, so kommen die Keimpflanzen zwar bis zu einer gewissen Entwickelung und enthalten dabei nicht mehr und nicht weniger Asche als im Samen vorhanden war. Eine Bereicherung der Pflanze an Asche ist also nur durch Aufnahme dieser Stoffe von außen möglich, und sie ist auch nothwendig, um die Pflanze zu normaler und vollständiger Entwickelung zu bringen. Aber nicht alle Aschebestandtheile (§. 199.), die eine z. B. auf einem

§. 241. Ackerboden erwachsene Pflanze enthält, sind zu deren Gedeihen nothwendig, indem man bei Vegetationsversuchen mit Nährstofflösungen oder künstlich zusammengesetzten Böden (S. 590) einige sehr verbreitete Aschebestandtheile ohne Schaden für die normale Entwickelung der Pflanze ausschließen kann. Als absolut nothwendig haben sich für Phanerogamen ergeben: Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen. Pilze kommen dagegen mit weniger oder anderen Elementen aus, indem hier Calcium, Magnesium, Baryum und Strontium sich gegenseitig vertreten können, und ebenso Kalium durch Rubidium und Cäsium (nicht durch Natrium oder Lithium) vertretbar ist, auch Eisen für diese Pflanzen entbehrlich zu sein scheint. Alle diese Elemente sind für die Pflanze als Nahrung nur tauglich, wenn sie in bestimmten Verbindungen geboten werden, und zwar im allgemeinen als Salze, in denen Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure an die Basen der genannten Elemente gebunden sind. Specifische Unterschiede zeigen sich insofern, als manche Pilze schwefligsaure und unterschwefligsaure Salze, und manche Spaltpilze vielleicht Schwefelmetalle und Schwefelwasserstoff verwenden können, lauter Verbindungen, welche für Phanerogamen untauglich sind.

Bedeutung der Aschebestandtheile für die Ernährung. Welche Rolle die Aschebestandtheile bei der Ernährung spielen, wozu und warum sie unentbehrlich sind, ist bis jetzt noch nicht von allen hinreichend bekannt. Wir wissen darüber Folgendes:

1) Schwefel ist schon, weil er zur Constitution der Eiweißstoffe (§. 209.) gehört, unzweifelhaft nothwendig. Auch ist er in gewissen ätherischen Oelen (§. 204.) enthalten, vielleicht auch in Form von Sulfaten im Zellsaft.

2) Phosphor ist unentbehrlich, weil die Phosphorsäure in nothwendiger, wenn auch nicht näher bekannter Beziehung zu den Eiweißstoffen steht (§. 209.). In den Pflanzensäften kommt diese Säure auch als Salz vor.

3) Kalium. Bei Anwesenheit aller übrigen Nährstoffe, aber ohne ein Kalisalz sterben manche Pflanzen schon bald nach der Keimung ab, andere entwickeln sich unter fortwährender Entleerung und Absterben der älteren Blätter eine Zeitlang weiter. Das Kalium scheint in Beziehung zu den assimilirten organischen Stoffen, besonders zu den Kohlenhydraten zu stehen, indem es vorwiegend in deren Begleitung, sowohl bei ihrer Wanderung als auch bei ihrer Ablagerung in den Reservestoffbehältern und bei ihrem Verbrauche in den jungen Organen auftritt. Doch ist die Function, die es hierbei ausübt, noch nicht mit Sicherheit aufgeklärt.

4) Calcium. Da in den Samen wenig Calcium enthalten ist, so gehen Pflanzen bei Ausschluß dieses nothwendigen Nährstoffes schon zeitig ein. Die Rolle, die der Kalk bei der Ernährung spielt, ist noch nicht befriedigend aufgeklärt. Nur die Thatsache steht fest, daß Kalksalze, besonders Calciumoxalat (§. 202.) vorwiegend in den vegetativen Organen der Pflanze fixirt werden und es meist bis zum Absterben derselben bleiben, sei es daß sie in Form von Krystallen im Zellsafte ausgeschieden, sei es daß sie in der Zellmembran niedergeschlagen werden. Man hat daher die Bedeutung des Kalkes darin gesucht, daß er nur zur Ueberführung von Phosphorsäure und Schwefelsäure (die in Form eines Salzes aufgenommen werden müssen) in die Pflanze dient und dann durch organische Säuren neutralisirt wird.

5) Magnesium. Auch die Bedeutung dieses Elementes für die Pflanze ist noch sehr wenig aufgeklärt. Sie liegt wahrscheinlich in einer Beziehung zu den Proteïnstoffen und Phosphaten, in deren Begleitung es besonders gefunden wird; auch treten Magnesiumverbindungen in gewissen Einschlüssen (den sogen. Globoiden) der Aleuronkörner (§. 37; 209.) auf. Deshalb ist dieses Element vorwiegend in den Samen vorhanden, kommt aber auch in Form löslicher Salze in den Zellsäften vor.

6) Eisen ist, obgleich es in sehr geringen Mengen im Pflanzenkörper vorkommt, doch für alle grünen Pflanzen unentbehrlich, denn es ist zur Bildung des Chlorophylls nothwendig. Wenn man Pflanzen in eisenfreien Lösungen kultivirt, so werden zwar die ersten Blätter noch grün, weil das im Samen enthaltene Eisen verwendet wird, aber dann kommen die Blätter mangelhaft ergrünt und gelb oder bleich zur Entwickelung. Solche gelbsüchtige (icterische[1]) oder bleichsüchtige

1) Von ἴκτερος Gelbsucht.

(chlorotische[1]) Pflanzen zeigen eine schwächliche Entwickelung und gehen bald zu Grunde, offenbar weil sie wegen des Chlorophyllmangels ungenügend assimiliren. In den gelbsüchtigen Blättern sind zwar geformte Chlorophyllkörner vorhanden, aber es fehlt ihnen der grüne Farbstoff; bleichsüchtige Blätter zeigen bereits mangelhaften Zellinhalt und auch keine geformten Chlorophyllkörner mehr. Blätter, die einmal bleichsüchtig sind, können nicht wieder ergrünen. Wohl aber sind gelbsüchtige Pflanzen heilbar, wenn man ihren Wurzeln ein wenig Eisensalz verabreicht oder auch ihre Blätter mit einer verdünnten Eisensalzlösung bestreicht; die gelben Chlorophyllkörner bilden dann Chlorophyll und die Blätter ergrünen. Die nähere Wirkung des Eisens bei der Chlorophyllbildung ist unbekannt, doch scheint Eisen an der Zusammensetzung dieses Farbstoffs (§. 212.) betheiligt zu sein. Verwandte Metalle, wie Mangan, Kobalt, Nickel können das Eisen in dieser Wirkung nicht vertreten. Ob das Eisen außerdem noch andere Functionen in der Pflanze ausübt, ist unbekannt.

Folgende Elemente sind im Pflanzenreiche weit verbreitet, aber dennoch entbehrlich, denn sie können ohne Schaden für die Entwickelung der Pflanze ausgeschlossen werden.

7) *Natrium*, in allen Pflanzenaschen, besonders in denen der Salzpflanzen; doch entwickeln sich selbst die letzteren auch ohne Natronsalze normal.

8) *Chlor*, von dessen Vorkommen dasselbe wie vom Natrium gilt. Wenngleich es gelungen ist, Pflanzen, z. B Buchweizen ohne Chlor bis zur Samenproduktion zu erziehen, so ist doch unzweifelhaft dieses Element für die Ernährung vortheilhaft. Denn das für die Pflanze unentbehrliche Kali scheint als Chlorid besser verarbeitet zu werden als in jeder anderen Salzform, weil Kulturen ohne Chlor weniger gut fortkommen als solche mit Chlor.

9) *Silicium* ist zwar in den meisten Pflanzen nur in sehr geringen Mengen enthalten; aber sehr reich daran sind die Equisetaceen, die Gramineen und unter den Algen die Diatomaceen (§. 198.). Bei diesen ist die Kieselerde in den oberflächlichen Zellmembranen eingelagert, in solcher Menge, daß diese Membranen beim Einäschern ein Kieselskelet zurücklassen, an welchem noch alle Structurverhältnisse der unversehrten Membran vorhanden sind. Es scheint darnach die Kieselsäure hier mit als Baustoff der Zellmembran, gleichsam als theilweiser Ersatz für Cellulose verwendet werden zu können. Doch vermag die Pflanze auch ohne diesen Stoff die Zellmembran genügend zu festigen. Wenigstens hat man in Nährstofflösungen ohne Silicium Mais und andere Gramineen zu normaler Entwickelung gelangen sehen.

2. Modus der Aufnahme gasförmiger Stoffe, Gasaustausch.

Die Pflanzen unterhalten mit ihrer Umgebung einen Austausch von Gasen, denn §. 242.
die grünen Gewächse nehmen Kohlensäure aus der atmosphärischen Luft auf und geben dafür Sauerstoff ab (§. 238.) und die an allen lebenden Pflanzen stattfindende Athmung (§. 238.) besteht in dem umgekehrten Gasaustausch. In der Pflanze sind Gase entweder gasförmig, wie in allen Intercellulargängen (§. 48.) und in den Gefäßen des Holzes (§. 44.), oder aufgelöst in den Säften der Zellen vorhanden. Die Gase, welche in den Stoffwechsel der Pflanze eingreifen, müssen aber immer in gelöster Form in der Zelle vorhanden sein und in sie ein- und aus ihr austreten, denn das Protoplasma und der Zellsaft enthalten nur wässerige Lösungen, keine Luftblasen. Wenn, wie es in allen lebenden Zellen der Fall ist, die Zellhaut mit Wasser imbibirt ist, so werden die Gase, welche gasförmig an die Außenseite der Zelle herantreten, von dem Imbibitionswasser der Zellhaut wie von einer Wasserschicht absorbirt, und umgekehrt können im Safte der Zelle absorbirte Gase an der an Luft angrenzenden Außenseite der Zellhaut in Gasform entweichen. Dieser Proceß wird daher ebensowohl an den Epidermiszellen, welche an die Umgebung der Pflanze angrenzen, als auch an allen denjenigen inneren Zellen, welche den luftführenden Intercellulargängen und Gefäßen benachbart sind, stattfinden können. Daher ist die Thatsache von Wichtigkeit, daß die Intercellular-

1) Von χλωρός bleichgrün.

§. 242. räume ein durch den ganzen Körper der Pflanze verbreitetes zusammenhängendes System darstellen, in welchem Gase auf weite Strecken sich fortbewegen können, und welches auch durch zahlreiche offene Ausführungsgänge, nämlich durch die Spaltöffnungen (§. 53., Fig. 625.) in der Epidermis und durch die Lenticellen in der Korkhaut (§. 54.) mit der Außenluft in direkter Communication steht. Man kann die Wegsamkeit der Intercellulargänge, sowie der Spaltöffnungen und Lenticellen für Luft dadurch anschaulich nachweisen, daß wenn man an abgeschnittenen großen Blättern oder ganzen beblätterten Stengeln, beziehendlich an einem abgeschnittenen Aststücke an dem einen Ende Luft eintreten läßt, am anderen Ende, welches in Wasser taucht, dieselbe in Blasen entweichen sieht. Dies ist bei großen Blättern mit weiten Intercellularen schon durch Einblasen in den Blattstiel möglich, sonst gelingt es durch einen Quecksilberdruck oder umgekehrt, wenn das Ende, aus welchem die Gasblasen entweichen müssen, unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht wird. Will man auf diese Weise an einem Aststücke die Wegsamkeit der Lenticellen für Luft nachweisen, so muß die Schnittfläche an dem Ende, wo die Luft eindringt, verschmiert werden, weil sonst die Luft durch die geöffneten Gefäße des Holzes an dem einen Ende ein- und am anderen austreten würde; dann kann die Luft nur durch die Lenticellen einpassiren und erscheint schon bei einem Quecksilberdruck von 5—20 cm an der entgegengesetzten Schnittfläche nicht aus den Gefäßen, sondern aus den Intercellulargängen der Rinde, weil eben nur diese direkt mit den Lenticellen in Communication stehen. Es setzt sich also die Außenluft durch die zahlreichen Spaltöffnungen der Blätter und Stengel und durch die Lenticellen der Baumzweige im Intercellularsysteme in und durch den ganzen Pflanzenkörper fort und stellt so eine möglichst vollständige Durchlüftung her, welche auch den im Innern des Pflanzenkörpers liegenden Zellen den Luftaustausch mit der Umgebung erleichtert. Außerdem befinden sich auch luftführende Räume in der Pflanze, welche bei unverletztem Körper nicht mit der Umgebung communiciren; so namentlich die Gefäße des Holzes und die luftführenden Tracheiden im gefäßlosen Coniferenholze. Diese haben vorzugsweise für die Wasserhebung im Holze Bedeutung (§. 246.).

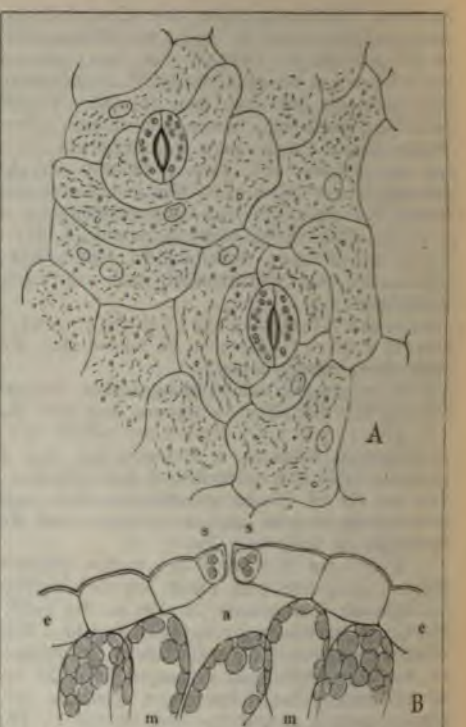


Fig. 625.

A Ein Stück abgezogener **Epidermis** der unteren Blattseite von *Rumex sanguineus*, zeigt die Epidermiszellen und 2 **Spaltöffnungen**, deren Schließzellen Chlorophyllkörnchen enthalten. 300fach vergrößert.

B Stück eines Durchschnittes durch dasselbe Blatt, s die Epidermis, in der Mitte eine Spaltöffnung mit den Schließzellen s im Durchschnitt; darunter die Athemhöhle a, welche nach den anstoßenden Intercellulargängen führt, die zwischen den Chlorophyllkörner enthaltenden Zellen m des Blattinneren vorhanden sind. 300fach vergrößert.

Function der Spaltöffnungen und Lenticellen als Luftventile. §. 242.

Die meisten Spaltöffnungen vermögen sich zu öffnen und zu schließen, und dies wird, wie wir seit Mohl wissen, durch den Turgor der Schließzellen vermittelt. Beim Welken, desgleichen bei Einwirkung wasserentziehender Mittel, wodurch der Turgor aufgehoben wird, tritt Schließen ein; die beiden Schließzellen liegen dann mit ihrer Bauchwand gerade aneinander ohne eine Spalte zwischen sich zu lassen (Fig. 626.). Werden die Blätter wieder turgescent, so öffnen sich die Spaltöffnungen. Ebenso werden in einer oder wenigen Stunden durch direktes Sonnenlicht die Spaltöffnungen geöffnet, durch Dunkelheit oder zerstreutes Licht geschlossen. Beleuchtung scheint daher eine Steigerung des Turgors der Schließzellen zu bewirken; doch ist es unbekannt, auf welche Weise dies geschieht. Sicher aber ist, daß die Schließzellen überaus turgescenzfähige Apparate sind; und damit steht auch ihre Inhaltsbeschaffenheit im Einklange. Während nämlich die Epidermiszellen keinen besonders ausgezeichneten Inhalt haben, sind die Schließzellen ziemlich protoplasmareich und enthalten meist Chlorophyllkörner und Stärkekörnchen; und stets ist der diosmotische Verkehr zwischen diesen Zellen und der benachbarten Epidermiszelle dadurch erleichtert, daß die beide trennende Wand zart und nicht cuticularisirt ist. Der Mechanismus des Oeffnens und Schließens ist von Schwendener genauer ermittelt worden. Die Schließzellen stehen immer unter dem Einflusse der benachbarten Epidermiszellen. Bei diesen ist der Turgor nicht den Schwankungen unterworfen wie bei jenen. Er wirkt stetig auf dieselben und drückt sie, sobald sie ihren Turgor verlieren, gegeneinander, was den Verschluß der Spalte bedingt; umgekehrt überwinden die Schließzellen diesen Druck, wenn ihr Turgor steigt; darum öffnen sich auch die Spaltöffnungen stets am weitesten, wenn an einem abgezogenen Epidermisstücke die den Schließzellen benachbarten Epidermiszellen angeschnitten und daher nicht mehr turgescent sind. Das Oeffnen der Spaltöffnungen durch den Turgor ihrer Schließzellen kommt durch Gestaltsveränderungen zustande, welche letztere im turgescenten Zustande annehmen. Bei vielen Pflanzen haben nämlich die Schließzellen an ihrer Bauchwand starke Verdickungsleisten; diese setzen der Ausdehnung, die der Turgor bewirkt, einen größeren Widerstand entgegen als die dünnere Rückenwand, daher dehnt sich letztere stärker als jene, und da die Schließzellen mit ihren Enden fixirt sind, so hat dies zur Folge, daß dieselben sich krümmen und die Spalte sich öffnet. Die hierzu erforderliche Beweglichkeit der Schließzellen wird namentlich dadurch ermöglicht, daß die benachbarten Epidermiszellen in ihrer Außenwand neben den Schließzellen eine dünnere, wie ein Gelenk biegsame Stelle haben. Bei manchen Pflanzen kommt außer dieser Bewegung noch eine andere vor. Im nicht turgescenten geschlossenen Zustande bildet nämlich jede Schließzelle im Querschnitt ein ungleichseitiges Dreieck, welches durch eine große Beweglichkeit der Bauch- und Rückenwand zustande kommt, indem der Turgor der benachbarten Epidermiszellen die Schließzellen gegen einander drückt. Bei Turgescenz der Schließzellen geht wiederum wegen jener Beweglichkeit der Bauch- und Rückenwand die Gestalt derselben in ein mehr

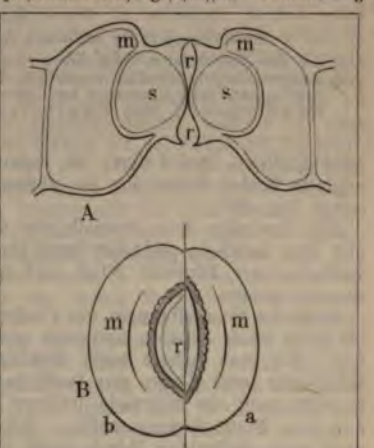


Fig. 626.

Spaltöffnung von *Amaryllis formosissima*.

A im Querschnitt, im geschlossenen Zustande, ss die Schließzellen, rr die Spalte (Vorhof und Hinterhof), mm die gelenkartige Ansatzstelle der beiden benachbarten Epidermiszellwände.

B in der Flächenansicht, und zwar zum Vergleich nebeneinander die eine Schließzelle a im nicht turgescenten Zustande, wo sie die Spalte schließt, die andere b im turgescenten Zustande, wo sie sich gekrümmt und daher die Spalte geöffnet hat. Nach Schwendener.

§. 242.

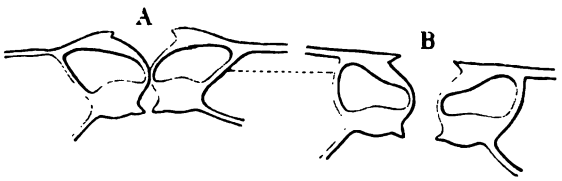


Fig. 627.

Spaltöffnungen von *Helleborus*, in der Mitte durchschnitten gezeichnet.

A Im nicht turgescenten, geschlossenen Zustande.
B Turgescent und die Spalte geöffnet, durch Veränderung der Querschnittsform der Schließzellen bedingt vermöge der leichten Beweglichkeit der Bauch- und Rückenwände. 600fach vergrößert. Nach Schwendener.

gleichschenkliges Dreieck über; die Außenseiten und der von den Verdickungsleisten gebildete Vorhof bleiben hier im geöffneten und geschlossenen Zustande unverändert (vergl. Fig. 627.).

Die Lenticellen sind jedenfalls im Sommer für Luft wegsam. Im Winter aber sind sie häufig geschlossen durch eine dünne Korkschicht, welche sich unter den Füllzellen der Lenticelle bildet und deren Zellen im Frühjahre wieder auseinander weichen.

Wenn die Spaltöffnungen mit Wasser capillar verstopft sind, so wird der Gasdurchtritt durch dieselben bedeutend erschwert, obgleich sie dabei nicht geschlossen sind. Hat man ersteres durch Eintauchen in Wasser oder durch Abreiben mit Fließpapier unter Wasser oder durch Injection mittelst der Luftpumpe herbeigeführt, so reicht meist ein mehrmals größerer Druck wie sonst nicht aus, um Gasblasen aus dem Blatte hervorzutreiben. Gegen das Benetztwerden haben die Blätter meist einen natürlichen Schutz durch die fettartige Beschaffenheit ihrer Cuticula, von welcher das Wasser abrinnt, und welche auch unter Wasser oft von einer dünnen Luftschicht, die fest an ihr haftet, wie mit einem silberglänzenden Ueberzug bedeckt erscheint. Nur solange dieser am Blatte haftet, kann man durch Einblasen in dasselbe Luft aus den Spaltöffnungen entweichen sehen. Bei vielen Pflanzen sind gerade die Punkte oder Streifen, in denen die Spaltöffnungen liegen, durch weißen Wachsreifüberzug gegen Benetzung geschützt. Auch Behaarung, in welcher die Luft meist sehr fest gehalten wird, verhindert die Benetzung.

Druckverhältnisse und Zusammensetzung der Binnenluft der Pflanzen. Während in den Gefäßen infolge der Transpiration der Gasdruck negativ ist (§. 246.), ist die Luft in den Intercellulargängen nicht verdünnt oder hat sogar positiven Druck, wie der hervordringende Gasblasenstrom beweist, der sich beim Einstechen oder Durchschneiden von Pflanzen mit großen Intercellularräumen unter Wasser zeigt. Dies rührt von der Kohlensäurezersetzung am Lichte her (§. 238.), weil der ausgeschiedene Sauerstoff viel schwerer durch die Zellen nach außen diffundirt als die löslichere Kohlensäure. Darum vermindert sich auch dieser positive Druck sogleich bei Beschattung und noch mehr bei Dunkelheit. Die Zusammensetzung der Luft in der Pflanze wird durch den wechselnden Gasverbrauch bei der Athmung und bei der Kohlenstoffassimilation bestimmt. Da das Stickgas derjenige Bestandtheil der atmosphärischen Luft ist, welcher in der Pflanze nicht verbraucht wird, der Sauerstoff aber bei der in allen Theilen stattfindenden Athmung absorbirt wird, die Kohlensäure aber als leicht lösliches Gas leicht durch die Zellen diffundirt, so erklärt sich, warum meistens die Luft in den Pflanzen sehr reich an Stickstoff und um so ärmer an Sauerstoff gefunden wird, je mehr in dem betreffenden Organ die Athmung prävalirt. So ergab die Luft von *Nuphar lutēum* in den Blättern 18 O und 82 N, im Rhizom 16 O und 84 N, in den Wurzeln 8 O und 92 N. Auch hat man im allgemeinen bei Besonnung einen größeren Gehalt an Sauerstoff als in der Nacht, und den Kohlensäuregehalt nachts etwas größer als am Tage gefunden.

3. Modus der Aufnahme in Wasser gelöster Nährstoffe und die Wasserbewegung in der Pflanze.

§. 243. **I. Mengenverhältnisse der aufgenommenen Bestandtheile.** Die größte Mehrzahl der pflanzlichen Nährstoffe wird in Form einer Auflösung in Wasser aufgenommen, nämlich diejenigen Salze, welche die Aschenbestandtheile der Pflanze liefern, ferner die salpetersauren oder Ammoniaksalze, welche die Pflanze mit Stickstoff versehen, und bei den Wasserpflanzen auch die im Wasser gelöste Kohlensäure. Die Befähigung hierzu ist begründet in der Eigenschaft der Pflanzenzellhaut und des Protoplasmas, Wasser und wässerige Lösungen zu imbibiren (§. 213.) und in den Gesetzen der Diosmose. Was über die letzteren oben (S. 552) gesagt ist, erklärt vollständig, warum gewisse Stoffe von der Pflanze aufgenommen werden, andere nicht, und warum die einzelnen dargebotenen Stoffe in sehr verschiedenen Mengen in die Pflanze wandern. Denn es ist eine allgemeine Regel, daß die flüssige Nahrung nicht in der dargebotenen Zusammensetzung, sondern mit einer Auswahl aufgenommen wird, daß also der Pflanze ein Wahlvermögen zukommt. Die ersten Versuche hierüber wurden von Sauſſure und Trinchinetti angestellt. Ersterer zeigte, daß eine und dieselbe Pflanzenart aus gleich concentrirten Lösungen verschiedener Stoffe ungleiche Mengen der letzteren und aus einer Lösung, in der verschiedene Stoffe in gleicher Menge aufgelöst sind, ungleiche Mengen der letzteren aufnimmt. Letzterer fand weiter, daß verschiedene Pflanzen gegenüber einer und derselben Lösung sich ungleich verhalten; so nehmen z. B. *Mercuriālis annua* und *Chenopodium viride* viel Salpeter und wenig Kochsalz, *Saturēja* und *Lycopersicum* viel Kochsalz, wenig Salpeter auf. Ferner wird diese Thatsache erwiesen durch die ungleiche Zusammensetzung der Asche verschiedener Pflanzen, die auf einem und demselben Boden erwachsen sind. Man redet, je nach der vorwiegenden Menge, in welcher einer der Aschebestandtheile aufgenommen wird, von Kalipflanzen, Kalkpflanzen, Kieselpflanzen. Hierher gehört auch die Thatsache, daß Pflanzen gewisse Stoffe, die in ihrer Umgebung in sehr geringen Mengen vorhanden sind, in sich anhäufen können, z. B. die Meerpflanzen das im Meerwasser in geringen Spuren enthaltene Jod in solcher Menge, daß man es aus der Asche dieser Pflanzen darstellen kann, desgleichen die Thatsache, daß eine Pflanze einen ihr im Boden oder im Wasser dargebotenen Stoff endlich bis auf die letzte Spur aufnehmen kann. Ein Ausdruck des Wahlvermögens ist endlich auch das relative Verhältniß, in welchem Wasser und darin gelöste Nährstoffe von den Pflanzen aufgenommen werden. Auch dies richtet sich einfach nach dem Verhältnisse, in welchem beides in der Pflanze verbraucht wird. Für die gewöhnlichen natürlichen Verhältnisse, unter denen Landpflanzen aufwachsen, trifft das von Sauſſure aufgefundene Gesetz zu, wonach die Pflanze die den Wurzeln dargebotene Lösung in eine concentrirtere und in eine verdünntere Lösung zerlegt und die letztere aufnimmt, die erstere zurückläßt. Denn so läßt sich die Thatsache ausdrücken, daß wenn man Landpflanzen an freier Luft in einer mäßig concentrirten Lösung wachsen läßt, die letztere durch die Thätigkeit der Pflanze allmählich an Concentration zunimmt. Aber dies trifft eben nur zu für die gewöhnlichen Verhältnisse, wo in der Landpflanze wegen ihrer starken Verdunstung an den oberirdischen Theilen (§. 245.) ein großer Wasserverbrauch stattfindet. Würde man die Concentration der dargebotenen Lösung gerade so stellen, daß sie dem gleichzeitigen relativen Bedürfniß an Wasser und Gelöstem entspricht, so würde dieselbe auch in der unveränderten Concentration aufgenommen werden. Und wenn umgekehrt das Bedürfniß an Wasser im Verhältniß zum Gelösten relativ geringer wird, so dreht sich thatsächlich das Verhältniß bei der Aufnahme um. Dies ist nämlich der Fall, wenn man Landpflanzen in einer sehr verdünnten Nährstofflösung wachsen läßt; ferner tritt es auch bei stärkerer Concentration und daher auch unter den natürlichen Bodenverhältnissen ein, sobald die Verdunstung der Pflanze und damit der hohe Wasserbedarf gehemmt wird (beim Wachsen in dampfgesättigter Luft), endlich auch bei den untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen, weil diese überhaupt nicht transpiriren. Das Verhältniß, in welchem die einzelnen Nährstoffe von einer und derselben Pflanzenart aufgenommen werden, wird auch durch äußere Umstände beeinflußt, und zwar erstens durch die Boden-

beschaffenheit, indem die Asche einer und derselben Pflanzenart auf verschiedenen Böden ungleich ist. So enthalten z. B. in Procenten der Asche

		Kalk.	Schwefelsäure.	Natron.	Kali.
Brassica napus	auf Kalkboden	43,60	4,20	5,56	12,34
	auf Thonboden....	19,48	7,19	3,00	25,42
Trifolium pratense	auf Kalkboden	43,32	3,05	4,80	9,60
	auf Thonboden.....	29,72	3,86	1,60	27,20.

Diese Thatsache scheint sich zu erklären durch eine theilweise Vertretbarkeit eines Metalles durch ein anderes, wofür schon oben (S. 600) bezüglich der Pilze ähnliche Beispiele genannt wurden. Auch ist es ja sogar für entbehrliche Elemente unzweifelhaft, daß sie sobald sie in reichlicher Menge dargeboten sind, auch reichlicher in den Pflanzen sich ansammeln, wie die Kieselerde, das Natron ꝛc. Ferner scheint die Größe der Verdunstung einer Pflanze Einfluß zu haben auf die Menge der aufgenommenen Nährstoffe, nämlich Unterdrückung der Transpiration einen Mindergehalt an Aschebestandtheilen zur Folge zu haben.

§. 244. **II. Die der Aufnahme von Wasser und wässerigen Lösungen dienenden Organe.** Die unter Wasser wachsenden Theile der Wasserpflanzen sind vielleicht gleichmäßig zur Wasseraufnahme befähigt. Bei allen Landpflanzen aber, deren Körper in verschiedene Organe differenzirt ist, sind specifische Organe für die Aufnahme der in Wasser gelösten Nährstoffe vorhanden. Es sind das diejenigen, mit welchen die Pflanze in den Boden oder in ihr sonstiges Substrat eindringt, bei den höheren Pflanzen die Wurzeln, bei den Pilzen das Mycelium, bei den Flechten und Moosen die Wurzelhaare. Dennoch ist eine Wasseraufnahme durch die an der Luft befindlichen Pflanzentheile nicht absolut ausgeschlossen. Denn grüne Blätter können Wasser aufnehmen, sobald ihre Cuticula wirklich benetzt ist (keine dünne Luftschicht die Adhäsion des Wassers verhindert); dazu bedarf es der Anwesenheit von Spaltöffnungen nicht. Und auch wenn Wassertropfen, in denen Salze, z. B. Salpeter, gelöst sind, auf Blätter gebracht werden, wird allmählich alles aufgesogen. Bei den Moosen und Flechten sind alle Theile zur Wasseraufnahme in hohem Grade geeignet Wenn auch diese Thatsachen wegen der Imbibitionsfähigkeit der Membranen aller lebenden Zellen sich von selbst ergeben, so findet doch bei Landpflanzen die ausgiebigste Aufsaugung der wässerigen Nahrung durch die im Substrate wachsenden Organe, also bei den höheren Pflanzen durch die Wurzeln statt, erstens weil das Substrat so gut wie allein die wasserlöslichen Nährstoffe spendet, und zweitens weil diese Organe mit gewissen hierzu besonders tauglichen Eigenschaften ausgerüstet sind. Aber die im Boden wachsenden Pflanzentheile sind keineswegs alle zur Aufsaugung wässeriger Nahrung geeignet; nur den feineren Wurzeln und den jungen Enden der stärkeren Wurzeln kommt diese Fähigkeit zu. Denn alle älteren Wurzeltheile sind mit einer wenn auch oft dünnen, grauen oder braunen Korkschicht bekleidet, welche für Wasser schwer durchlässig ist (§. 54.). Desgleichen sind die Wurzelstöcke, die Knollen, die Zwiebeln mit Korkschicht bedeckt oder von trockenen Schalen umhüllt und daher ebenfalls nicht zur Aufsaugung von Wasser geeignet. An den allein thätigen Wurzelenden ist die äußerste Spitze, der von der Wurzelhaube umhüllte Vegetationspunkt (§. 51.) bei der Aufsaugung nicht bemerkbar betheiligt, denn wenn man allein die Wurzelspitzen über dem Wasser erhält, bleibt die Pflanze frisch. Vielmehr ist die eigentlich thätige Partie die mehr oder weniger lange Strecke hinter der Wurzelspitze, wo die Epidermiszellen noch lebensthätig sind und noch keine Korkbildung an der Oberfläche eingetreten ist. Dieser Theil ist überdies bei den meisten Landpflanzen (nicht bei allen, z. B. den meisten Zwiebelgewächsen) und auch bei vielen Wasserpflanzen mit Wurzelhaaren (S. 218; Fig. 628.) ausgestattet. Diese aus den Epidermiszellen entspringenden langen schlauchförmigen Haare umkleiden in großer Zahl und dichter Stellung den Wurzelkörper an allen Seiten und wachsen rechtwinklig von dessen Oberfläche aus, bringen also zur Seite der Wurzel in das diese umgebende Erdreich ein. Durch diese Organe wird die auffaugende Oberfläche des Wurzelkörpers bedeutend vergrößert. Zugleich zeigen sie ein bemerkenswerthes Verhalten gegen die feinen Theilchen des Bodens. Während sie nämlich an Wurzeln, die in Luft oder Wasser gewachsen sind, in gerader Richtung von der Wurzel abstehen, sind die innerhalb des Bodens

§. 244.

Fig. 628. **Keimpflanze des Senf.**

A, vorsichtig aus dem Boden ausgehoben, die Wurzelhaare mit zahlreichen kleinen Theilchen des Bodens verwachsen, daher die Wurzel mit Ausnahme der jungen noch keine Wurzelhaare tragenden Spitze wie von einem Höschen von Bodentheilchen umhüllt.

B nach Abwaschen der Bodentheilchen, oder auch wenn die Wurzel in Luft erwachsen ist, wo die Wurzelhaare sich frei entwickeln.

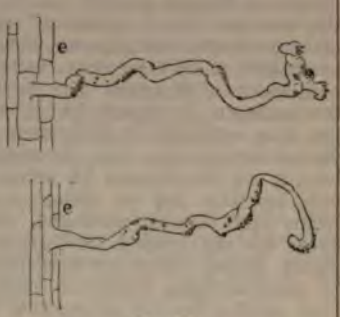


Fig. 629.

Wurzelhaare des Roggens,

in lehmigem Boden gebildet, die großen Bodentheilchen, zwischen denen die Wurzelhaare gewachsen sind, sind entfernt; an zahlreichen Punkten sind die Haare an kleine Bodentheilchen angewachsen und an den Stellen, wo sie diesen und größeren Bodentheilchen angelegen haben, mehr oder weniger angeschwollen. ee Stücke der Wurzelepidermis; die Wurzelhaare sind Auswüchse je einer Epidermiszelle. Stark vergrößert.

gewachsenen Wurzelhaare zwischen den festen Bodentheilchen vielfach hin- und hergekrümmt und an zahlreichen Stellen um solche Theilchen herumgewachsen, dieselben nicht nur umfassend, sondern auch wirklich mit ihnen verwachsend, so daß eine Trennung ohne Verletzung unmöglich ist. Wenn man daher Wurzeln vorsichtig aus dem Boden ausgehoben, so sind sie in der ganzen mit Wurzelhaaren bekleideten Strecke mit einem Höschen von Bodentheilchen umhüllt, welches so fest an ihnen haftet, daß es sich durch Schütteln nicht entfernen läßt (Fig. 629.). Die Verbindung einer Wurzel durch ihre Wurzelhaare mit den Bodenpartikelchen ist für die auffaugende Thätigkeit der Wurzel nothwendig. Daher tritt nach dem Verpflanzen, wobei, wenn es nicht sehr vorsichtig geschieht, immer die meisten Wurzelhaare abgerissen werden, vorübergehend Welkwerden der Pflanzen ein, was erst dann wieder gehoben wird, wenn die Wurzeln um ein neues Stück in die Länge gewachsen sind und an diesem frische Wurzelhaare sich gebildet haben. Die Art aber, wie das Wurzelsystem der Pflanze sich im Boden verbreitet, gestattet eine möglichste Ausnutzung des Bodens. Beim Getreide und vielen anderen monokotylen Pflanzen, insbesondere auch bei den Zwiebelgewächsen entspringen aus dem unteren Theile der Pflanze sogenannte Büschelwurzeln (§. 95.), d. h. Nebenwurzeln, die zwar unverzweigt und von mäßiger Länge, aber in größerer Anzahl nach abwärts und schief nach den Seiten hin in den Boden eindringen. Pflanzen, welche mit horizontalen Stengeln auf oder im Boden hinkriechen, treiben an mehreren von einander entfernten Punkten

§. 244. der letzteren solche Nebenwurzeln. Bei Pflanzen, welche eine Pfahlwurzel machen, werden durch das senkrecht abwärts gehende Wachsthum dieser zunächst verschiedene Tiefen des Bodens erreicht; und da nun die Seitenwurzeln in mehreren Zeilen ringsum aus der Hauptwurzel entspringen (§. 95.) und von dieser aus in horizontaler oder schiefgeneigter Richtung (S. 583) bis zu einer gewissen Länge auswachsen, so wird der Boden in den einzelnen Tiefen auch in seitlicher Richtung ausgebeutet. Das letztere wird besonders dadurch noch vervollständigt, daß die Seitenwurzeln oft ringsum sich mit feineren und kurzbleibenden, nach allen Seiten von ihnen ausstrahlenden Wurzelverzweigungen, den sogenannten Saugwurzeln ausstatten, und daß diese, sowie die fortwachsenden Enden der Seiten- wie der Hauptwurzeln mit Wurzelhaaren sich bekleiden. Durch das Fortwachsen der Hauptwurzel nach der Tiefe und der Seitenwurzeln nach den Seiten wird eben allmählich immer neues Terrain gewonnen. Gleichzeitig verlieren aber die Wurzeln in dem Maße als dies geschieht die Wurzelhaare sowie auch die Saugwurzeln an ihren älteren Theilen, indem hier Korkbildung an der Oberfläche eintritt; es rückt also die eigentlich thätige Partie der Wurzel allmählich im Boden weiter, so daß nach einer gewissen Zeit die auffaugenden Organe an anderen Punkten liegen, als im früheren Alter der Pflanze.

Wirkungen der Wurzeln auf den Boden. Das Wasser wird im Boden, solange derselbe nicht damit gesättigt ist, durch capillare Kräfte so festgehalten, daß es nicht aus ihm abfließt und nicht durch Druck aus ihm entfernt werden kann. Diese wasserhaltende Kraft ist am größten beim Thonboden, am geringsten beim reinen Sandboden. Da die Wurzel aus einem solchen Boden trotzdem Wasser auffaugt, so muß sie eine Kraft entfalten, welche die wasserhaltende Kraft des Bodens zu überwinden vermag. Aber sie ist nur einem Theile dieser Kraft gewachsen; denn je wasserärmer ein Boden wird, mit desto größerer Kraft werden die letzten Reste von Wasser in ihm zurückgehalten, und der Punkt, wo die Pflanze diese Kraft nicht mehr überwindet, ist dadurch bezeichnet, daß Welkwerden derselben eintritt. Bei der Tabakpflanze ist dies der Fall, wenn Gartenerde (im gesättigten Zustande 46 % Wasser enthaltend) noch 12,3 %, wenn Lehmboden (im gesättigten Zustande 52,1 % Wasser enthaltend) noch 8 %, und wenn grobkörniger Quarzsand (20,8 % im gesättigten Zustande enthaltend) noch 1,5 % ihres Trockengewichtes besitzen. Die wasseraufsaugende Kraft der Wurzeln ist von äußeren Verhältnissen abhängig. Bei Tabak und Kürbis wird sie z. B. durch Temperaturerniedrigung auf + 3,7 bis 5° C so schwach, daß sie nicht mehr genügt; denn jene Pflanzen welken, wenn der Boden, obgleich reichlich Wasser enthaltend, und damit auch die Wurzeln diese Temperatur angenommen haben. Bei *Brassica oleracea* und *B. napus* wird dagegen die Thätigkeit der Wurzeln selbst bei 0° C noch nicht in jenem Grade geschwächt. Auch Sauerstoffentziehung, nämlich Einleiten von Kohlensäure in eine Nährstofflösung, stört die Wurzelthätigkeit und hat ähnliche Folgen. Zweitens macht der Boden Absorptionskräfte geltend in Bezug auf gewisse im Bodenwasser gelöste Stoffe. Die Absorptionsfähigkeit des Bodens zeigt sich darin, daß wenn Lösungen gewisser Stoffe durch denselben hindurchfiltrirt werden, mehr oder weniger reines Wasser abläuft, die gelösten Stoffe ganz oder zum Theil im Boden zurückgehalten werden. Außer gewissen organischen Stoffen, wie Mistjauche ꝛc., bezieht sich dies besonders auf Ammoniak, Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure, dagegen nicht oder kaum auf Schwefelsäure und Salpetersäure. Unter den genannten Alkalien und alkalischen Erden wird Kalk am wenigsten absorbirt. Daher tritt eine Umlagerung ein, indem wenn die Alkalien als Sulfate, Nitrate oder Chloride gegeben sind, sie ihre Säure an den Kalk abgeben, dessen entsprechende Salze in Lösung gehen, während die Alkalien als Phosphate absorbirt werden. Auch die Absorptionskräfte des Bodens überwindet die Pflanzenwurzel, wie eben aus der Thatsache hervorgeht, daß sie die genannten Stoffe aus dem absorptionsfähigen Boden aufnimmt. Endlich drittens kommt der lebenden Wurzel auch eine auflösende Kraft zu; sie vermag ungelöste mineralische Bestandtheile des Bodens aufzuschließen, in lösliche und daher aufnehmbare Verbindungen umzuwandeln, und zwar weil freie Säure aus den Wurzeln ausgeschieden wird (durch Röthung von Lackmustinctur oder -papier nachweisbar). Dies ist erstens die infolge der Athmung

ausgeschiedene Kohlensäure, zweitens aber auch eine nicht flüchtige, wahrscheinlich organische Säure. Den Erfolg dieser auflösenden Wirkung kann man sichtbar machen, wenn man die Wurzeln auf einer polirten Marmorplatte sich ausbreiten läßt; letztere erscheint dann an den Stellen, wo Wurzeln und Wurzelhaare sie berühren, geätzt, zeigt also dem Wurzellauf entsprechende Corrosionsbilder. Hiermit hängt auch die Erscheinung zusammen, daß felsiger Untergrund oft von Pflanzenwurzeln theilweise aufgelöst und durchlöchert wird, und namentlich auch das Eindringen und die Befestigung der Wurzelhaare der steinbewohnenden Flechten auf kahler Gesteinsoberfläche. Bei dieser Thätigkeit der Wurzeln gewinnt das innige Umwachsen der Wurzelhaare um die festen Bodentheilchen und ihr wirkliches Verwachsensein mit denselben erhöhte Bedeutung.

III. **Verdunstung oder Transpiration.** Alle Wasserpflanzen, welche nicht ganz unter Wasser leben, sondern wenigstens mit einem Theile ihres Körpers an der Oberfläche des Wassers sich befinden, und besonders die Landpflanzen, welche mit dem größten Theile ihres Körpers an der Luft wachsen, scheiden Wasser in Dampfform an die Luft ab, was sich unmittelbar constatiren läßt, wenn man lebende Pflanzen in Glasgefäße oder Glocken einschließt, an dem Beschlagen der Glaswände mit Wasserdampf, wobei der Beschlag als nahezu reines Wasser sich erweist. Die Größe der Verdunstung einer Pflanze kann man messen durch Wägen der in einem Blumentopfe stehenden Pflanze, wenn der Topf mit einer Hülle und einem Verschluß versehen ist, wobei eine Gewichtsabnahme nur durch die Transpiration der Pflanze möglich ist, oder auch durch direkte Bestimmung des verdampften Wassers, wenn man dieses mittelst Chlorcalcium in einer die Pflanze absperrenden Glocke auffammelt. So hat mittelst der ersten Methode Hales (1735), welcher zuerst darüber Versuche anstellte, die Verdunstung einer Sonnenrose von 90 Quadratfuß Blattfläche in 12 Tagesstunden zu 1 Pfund 4 Unzen bestimmt. Ebenso läßt sich mit jener Methode nachweisen, daß an einer und derselben Pflanze unter gleichen äußeren Bedingungen die Transpiration proportional der verdunstenden Oberfläche, nämlich der Zahl der Blätter ist, indem der Verdunstungsverlust z. B. halb so groß wird, wenn die Hälfte der Blätter abgeschnitten ist, während wenn von den zum Versuche verwendeten Pflanzen oder Baumzweigen alle Blätter entfernt werden, der Wasserverbrauch mehrere Male, selbst bis zu 30 Mal geringer als im beblätterten Zustande ausfällt, wodurch auch bewiesen wird, daß die Blätter, überhaupt die grünen Theile, die vorwiegend transpirirenden Organe sind. Die relativ großen Mengen Wasserdampf, welche lebhaft transpirirende Pflanzen in kurzer Zeit abgeben, und die oft schon in wenigen Tagen das Mehrfache des eigenen Gewichtes der Pflanze betragen, stammen offenbar aus dem Boden, von wo aus sie von den Wurzeln aufgesogen und durch den Pflanzenkörper hindurchgegangen sind. Eine Pflanze wird offenbar nur dann frisch bleiben, d. h. in ihrem Gehalte an Wasser keine Einbuße erleiden, wenn in derselben Zeit ungefähr ebensoviel Wasser von den Wurzeln aufgesogen wird, als dem oberirdischen Theile durch Verdunstung verloren geht. Abnahme des Wassergehaltes der Pflanzen, der sich gewöhnlich durch Welken (§. 215.) bemerkbar macht, tritt aber ein, sobald der Transpirationsverlust größer wird als die Aufsaugung durch die Wurzeln, mag dies nun durch verminderte Aufsaugung, z. B. bei sehr trocknem Boden, bei Beschädigung der Wurzeln ꝛc., oder durch excessiv gesteigerte Verdunstung, z. B. in ungewöhnlich trockener Luft, bedingt sein. §. 245.

Wenn auch die Transpiration der Pflanzen unter den physikalischen Gesetzen der Verdunstung des Wassers überhaupt steht, so ist sie doch geringer als die einer freien Wasserfläche, denn diese ist unter gleichen Umständen ein bis mehrere Male größer. Auch ein mit Wasser getränktes Pergamentpapier verdunstet mehr als die Membranen der lebenden Zellen. Auch verliert eine getödtete Pflanze ihr Wasser durch Transpiration viel rascher als eine lebende. Hierbei sind also maßgebend die Imbibitionskräfte (§. 213.) und die Permeabilität der lebenden Zellmembran für Wasser, und überdies gewisse Organisationsverhältnisse der Epidermis. Durch alles dies wird die Transpiration der verschiedenen Pflanzenarten regulirt. Unter diesen Factoren steht obenan die Cuticula (§. 53.), welche die nach außen grenzende

§. 245. ununterbrochene Schicht der Epidermis darstellt, durch die also alles Wasser, welches in Dampfform aus der Epidermis entweicht, passiren muß. Die Cuticularsubstanz (S. 542) verleiht diesen Membranen die wichtige physikalische Eigenthümlichkeit, Wasser schwerer durch sich hindurchgehen zu lassen als durch nicht cuticularisirte Zellmembranen. Die Cuticula bewirkt daher eine Herabsetzung der Transpiration. Es wird dies z. B. dadurch bewiesen, daß Aepfel, von denen die Cuticula abgeschält worden ist, 55 Mal soviel verdunsten, wie ungeschälte Aepfel in derselben Zeit. Man darf daher annehmen, daß je dicker eine Cuticula ist, desto größer auch der Schutz vor Verdunstung ist, den sie gewährt. In der That haben Pflanzentheile, welche wenig transpiriren, wie dicke lederartige Blätter ꝛc., auch eine ungewöhnlich starke Cuticula und umgekehrt. Bei vielen Pflanzen ist die letztere überdies mit Wachs imprägnirt oder überzogen, und auch dies wirkt auf die Verdunstung herabsetzend. So ist z. B. bei Rapsblättern, von denen der Wachsüberzug abgewischt ist, die Transpiration in einem Tage 4,63 g, bei gleicher verdunstenden Fläche bei nicht abgewischten Blättern 3,03 g. Das schnelle Welkwerden von Wasserpflanzen und Wurzeln an der Luft rührt wahrscheinlich davon her, daß diese Theile eine sehr dünne und nicht mit Wachs imprägnirte Cuticula haben. Die Spaltöffnungen (§. 53.) kommen für die Transpiration vielleicht weniger als für den Gasaustausch in Betracht. Sie sind zwar die Ausmündungen der Intercellulargänge, an welche deren Nachbarzellen auch Wasserdampf abgeben können, doch dürfte das letztere nicht erheblich sein, weil in den Intercellulargängen wahrscheinlich eine nahezu dampfgesättigte Luft enthalten ist. Daß Spaltöffnungen für die Transpiration nicht nöthig sind, beweist die Verdunstung aller derjenigen Pflanzentheile, welche keine Spaltöffnungen haben, insbesondere auch die der meist spaltöffnungsfreien oberen Blattseiten. Allerdings ist die Transpiration an der spaltöffnungsreichen Unterseite der Blätter meistens größer als an der Oberseite; aber es besteht an jener Seite auch eine andere Qualität der Cuticula, welche nicht ohne Einfluß sein kann. Bei Pflanzentheilen, welche statt mit einer Epidermis mit einer Korkschicht überzogen sind, wirkt die letztere ebenfalls verdunstungmindernd. So verlieren Kartoffelknollen, welche geschält sind, ihr Wasser vielemale schneller als ungeschälte. In der Korkhaut der Baumzweige wirken die Lenticellen (§. 54.) als die Ausführungsgänge des Intercellularsystemes auf die Transpiration befördernd; Zweige von *Sambūcus nigra*, deren Lenticellen mit Lack verschmiert waren, verdunsteten 7,66 % ihres Wassergehaltes, nicht so behandelte 10,6 %.

Durch die genannten Factoren erklärt sich die sehr ungleiche Transpiration der Pflanzen unter gleichen äußeren Verhältnissen. Dieselbe ist nämlich erstens an einem und demselben Pflanzentheile ungleich in den einzelnen Entwickelungsstadien desselben. Bei gleich großer Blattfläche ist sie an jugendlichen Blättern am größten, nimmt dann, offenbar wegen des Stärkerwerdens der Cuticula, ab, erreicht ein zweites geringeres Maximum, um dann wieder allmählich sich zu vermindern. Zweitens ist die Transpiration bei verschiedenen Pflanzenarten außerordentlich ungleich. Die geringste Verdunstung zeigen viele Pflanzen mit lederartigen Blättern und die Succulenten; letztere vermögen infolge dessen lange Zeit Trockenheit zu ertragen und bleiben sogar abgeschnitten wochenlang frisch; an den sonnigen trockenen Standorten in ihrer Heimath ist ihnen diese Eigenschaft unentbehrlich. Bei den anderen Pflanzen ist die Transpiration weit lebhafter, jedoch auch wieder mit großen Verschiedenheiten; während z. B. Erbsenpflanzen pro 1 qcm Oberfläche in 24 Stunden 2,51 g Wasser verdunsten, gehört der Hanf zu den stärkst-transpirirenden Pflanzen, denn er verliert für gleiche Fläche und in gleicher Zeit 9,3 g Wasser.

Nach Haberlandt's Berechnungen verdunsten, wenn man ihre Vegetationszeit zu je 173, 140, 140 Tagen annimmt und unter Zugrundelegung der Durchschnittsgröße einer Pflanze und ihrer experimentell festgestellten Transpirationsgröße, im Laufe der ganzen Vegetationsperiode ungefähr: Mais 14 kg, Hanf 27 kg, Sonnenrosen 66 kg. Aus solchen Zahlen kann man auch berechnen, wie viel diese Pflanzen einer bestimmten Bodenfläche Wasser entziehen, und findet dann, daß diese Wassermenge immer noch viel geringer ist als die auf die gleiche Bodenfläche fallende jährliche Regenmenge.

Einfluß äußerer Verhältnisse auf die Transpiration. Wie jede Wasserverdunstung von dem Wasserdampfgehalte der Luft abhängt, so

nimmt auch die Transpiration einer und derselben Pflanze unter sonst gleichen Verhältnissen mit größerer Dampfsättigung der Luft ab, um im vollständig mit Wasserdampf gesättigten Raume nahezu aufzuhören; doch ist wegen der Selbsterwärmung der Pflanze durch Athmung auch hier meist noch schwache Verdunstung zu bemerken. Bei sinkendem Wassergehalt des Bodens nimmt die Transpiration ab, bei gesteigerter Wasseraufnahme durch die Wurzeln nimmt sie zu, wahrscheinlich weil bei abnehmendem Wassergehalte der Pflanze die imbibirten Wassertheilchen mit größerer Kraft von ihr festgehalten werden, und weil beim Welken die Spaltöffnungen sich schließen. Bezüglich der Temperatur weiß man, daß auch die kalte Jahreszeit die Verdunstung der immergrünen Pflanzen nicht aufhebt, indem z. B. Zweige von *Taxus baccāta* sogar noch bei — 10,7° C. selbst blattlose Roßkastanienzweige bei Temperaturen zwischen 0° und — 13° C noch eine gewisse Verdunstung bemerken lassen. Das Licht bewirkt eine Steigerung der Transpiration, auch bei Ausschluß von Temperatursteigerung. So verdunstet im Lichte gezogener grüner Mais 97 mg im Finstern, 114 mg im diffusen Licht, 785 mg im Sonnenlicht, ebenso im Dunkeln gezogener, etiolirter Mais 106 mg im Finstern, 112 mg im diffusen Licht, 290 mg im Sonnenlicht. Die tägliche Periode der Verdunstungsgröße der Pflanzen scheint ganz auf Rechnung der Lichtwirkung zu kommen, denn bei constanter Verdunkelung zuvor beleuchteter Pflanzen geht die Transpiration allmählich auf eine constante Größe herab. Die Erklärung für diese Wirkung des Lichtes liegt vielleicht mit darin, daß Lichtstrahlen in Wärmestrahlen umgesetzt werden, sowie daß die Spaltöffnungen bei Beleuchtung weiter geöffnet sind (§. 242.). Erschütterungen bringen vorübergehende Steigerung der Transpiration hervor. Noch ganz unerklärt ist es, warum bei Wasserkulturen verschiedene den Wurzeln in Lösung dargebotenen Stoffe die Verdunstung beeinflussen, nämlich bei Concentrationen von 0,15 bis 0,3 % Säuren eine Verlangsamung, Alkalien eine Beschleunigung bewirken, desgleichen auch Salze einzeln dargeboten, wenn deren Concentration weniger als 5 % beträgt, während sie bei höherer Concentration die Verdunstung verlangsamen; letzteres tritt auch ein, wenn mehrere Salze vereinigt gegeben sind, und dann schon bei viel geringerer Concentration.

§. 246.

IV. **Wasserbewegung in der transpirirenden Pflanze.** In lebenden Pflanzen findet ein Verbrauch von Wasser statt erstens wegen des Verlustes, der durch die Transpiration bedingt ist, zweitens bei der Assimilation um die zur Bildung organischer Substanz nöthigen Wasserstoff- und Sauerstoffmolecüle zu gewinnen, drittens beim Wachsthum um die neuzubildenden Zellen mit Wasser zu versorgen. Diesem Verbrauche entspricht ein in der Pflanze sich bewegender Wasserstrom von den Wurzeln aus nach den grünen Theilen hin, welches eben die wachsenden assimilirenden und transpirirenden Organe sind. Seit Hales (1735) wissen wir, daß die Bahn dieser Wasserbewegung das Holz ist. Wenn man nämlich die Stengel oder Zweige der Pflanzen ringelt, d. h. in Form eines Ringes rings um die Rinde und den Bast so weit herausschneidet, daß nur der Holzring als Verbindung zurückbleibt, so wird der aufsteigende Wasserstrom nicht unterbrochen, wie aus dem Frischbleiben der Pflanze oder des Zweiges hervorgeht, während wenn umgekehrt nur der Holzring herauspräparirt wird und die Rinde und Bast stehen bleiben, schnelles Welken eintritt. Auch das Aufsteigen von Farbstofflösungen, in welche man transpirirende Pflanzen setzt, in den Holztheilen der Gefäßbündel spricht für jene Thatsache. Endlich ist die Leitungsfähigkeit des Holzes auch durch Filtration zu erweisen, indem man mittelst des Druckes einer Wassersäule an der einen Schnittfläche eines Holzstammes Wasser in den Holzkörper preßt, welches dann an der anderen Schnittfläche vorwiegend aus dem Holzkörper wieder hervordringt.

Continuität der wasserleitenden Gewebe in der Pflanze. Der Anforderung, daß die das Wasser leitenden Gewebe ununterbrochene Bahnen von den Aufsaugungspunkten der Wurzelenden an bis zu den transpirirenden Blättern darstellen müssen, entspricht auch der Verlauf der Gefäßbündel oder Fibrovasalstränge, zu denen eben die Holzbündel oder das Xylem gehören, vollkommen. Indem wegen des Näheren hier-

§. 246. über auf die Pflanzenanatomie (§. 56.) verwiesen werden muß, sei hier nur daran erinnert, daß in der Achse einer jeden Wurzel ein Fibrovasalstrang bis zur Spitze derselben verläuft, wo er bei dem Wachsthume derselben ebenfalls continuirlich sich fortbildet, daß der Fibrovasalstrang jeder Seitenwurzel am Ursprungsorte derselben sich mit seinem hinteren Ende an denjenigen der Mutterwurzel ansetzt, daß die Fibrovasalstränge der Hauptwurzel beim Uebergange in den Stengel sich continuirlich in diejenigen des Stengels fortsetzen, daß im Stengel der Gefäßbündelverlauf, mag er nun nach dem Typus der Dikotyledonen eine ringförmige Anordnung (S. 108) oder nach demjenigen der Monokotyledonen eine zerstreute Stellung (S. 109) zeigen, doch das Gemeinsame hat, daß die einzelnen Fibrovasalstränge von unten nach oben einer aus dem andern entspringen und nachdem sie eine gewisse Strecke im Stengel aufgestiegen sind, einzeln oder zu mehreren, als sogenannte Blattspurstränge, in die Blätter einbiegen und ohne Unterbrechung sich in dieselben fortsetzen um dort als Rippen und Adern sich zu vertheilen. Diese Verzweigung und Vertheilung der Gefäßbündel in der Blattfläche ist, besonders bei großen Blättern, eine so weit gehende, daß thatsächlich keine Stelle in der Blattfläche zu finden ist, an der nicht seine Maschen oder Enden von Adern vorhanden

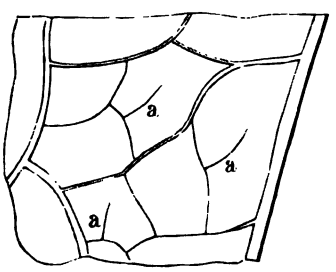


Fig. 630.

Endigungen der Adern im Blatte.

Kleines Stück aus der Blattfläche von *Syringa vulgaris*, mit den letzten feinsten Enden der Adern, welche polygonale netzförmige Maschen bilden, in denen die feinsten Enden der Gefäßbündel a a a blind endigen. 100fach vergrößert.

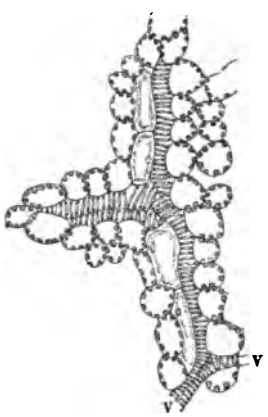


Fig. 631.

Enden der Gefäßbündel oder feinsten Adern in der Blattfläche von *Syringa vulgaris*, die Stellen a in Fig. 630., stark vergrößert, bestehen aus spiralig verdickten Tracheiden, welche unmittelbar zwischen den grünen Zellen des Mesophylls endigen.

wären, durch welche eben das Wasser bis an diese Punkte geleitet wird. Denn auch die letzten dünnsten Zweige derselben, welche zu engen Maschen verbunden sind und oft innerhalb derselben blind endigen (Fig. 630.), bestehen aus kurzen Tracheïden, welche unmittelbar zwischen den Zellen des grünen Blattgewebes liegen (Fig. 631.). Mit der Thatsache, daß das Holz für den Wassertransport bestimmt ist, steht im Einklange, daß die Entwickelung desselben überall in Beziehung zu den Wasserbedürfnissen der Pflanze steht. Denn Pflanzen mit vielen und stark transpirirenden Blättern, wie die Bäume, zeigen die mächtigste Entwickelung des Holzes. Die Succulenten, welche durch sehr schwache Transpiration ausgezeichnet sind, haben auch sehr schwach entwickelte Gefäßbündel, und die Wasserpflanzen, bei denen die Verdunstung sehr zurücktritt, haben Gefäßbündel, in denen die Holzgefäße sehr spärlich vertreten sind oder ganz fehlen.

§. 246.

Ungleiche Leitungsfähigkeit im Holze. Die verschiedenen Gewebe des Holzes leiten aber das Wasser ungleich gut. Kernholz ist zwar nicht absolut unfähig dazu, leitet aber schwerer als Splintholz, und mit dem Alter hört seine Leitungsfähigkeit ganz auf. Dies ist besonders bei denjenigen Pflanzen sehr auffallend, deren Holz frühzeitig in Kernholz übergeht, z. B. bei Robinien, wo nur der jüngste Jahresring Splintholz ist; hier tritt daher schon Welken ein, wenn einem Zweige oder Stamme durch einen Ringschnitt nur diese schmale Holzzone genommen ist. Ferner leitet das Frühjahrsholz besser als das Herbstholz. Verwendet man abgeschnittene mit der Schnittfläche in Wasser stehende Pflanzen, so tritt bald eine Art Verstopfung des Holzes ein durch schleimige Stoffe, die aus dem Holze austreten, und durch kleine Fäulnißpilze, wodurch die Filtration beeinträchtigt wird, was aber durch Herstellung einer neuen Schnittfläche sich wieder beseitigen läßt. Das Holz ist auch befähigt in jeder Richtung zu leiten; auch in umgekehrter, da Zweige, die man mit der abgeschnittenen Spitze verkehrt ins Wasser setzt, frisch bleiben. Auch muß der Wasserstrom nicht nothwendig der Längsachse parallel gehen, denn Stämme, an denen in verschiedenen Höhen Einkerbungen herausgeschnitten worden sind, werden hinreichend mit Wasser versorgt. Doch läßt sich durch geeignete Versuche, die eine genauere Messung gestatten, zeigen, daß in der Längsrichtung des Holzes die Leitungsfähigkeit weit größer ist als in radialer und tangentialer Richtung; letztere beiden unter sich verhalten sich bei verschiedenen Hölzern ungleich.

Geschwindigkeit der Wasserbewegung. Wenn man auf die eine Schnittfläche eines safterfüllten Stammstückes einen Wassertropfen aufbringt, so dringt alsbald an der anderen Schnittfläche eben soviel Wasser heraus. Dieses ist nur die Folge davon, daß die im Holze vorhandenen Wasserfäulchen in Bewegung gerathen. Die Schnelligkeit aber, mit welcher ein Wassertheilchen sich im Holze fortbewegt, läßt sich nur dadurch ermitteln, daß man eingewurzelte Pflanzen mit der Lösung eines Stoffes begießt, welcher am wenigsten in den Holzzellmembranen aufgespeichert wird, um das Vorauseilen des Wassers möglichst zu vermeiden, und daß man dann den Stengel in verschiedenen Höhen spectroskopisch auf den angewendeten Stoff prüft. Auf diese Weise fand Sachs unter Anwendung von Lithionlösung die größte Geschwindigkeit bei *Albizzia lophanta* in der Stunde zu 206 cm, die geringste bei *Podocarpus macrophylla* zu 18,7 cm.

Ursache der Wasserbewegung. Der Auftrieb des Wassers im Stamme der Pflanzen wird hauptsächlich durch zwei Kräfte verursacht: die eine ist der unten (§. 247.) näher zu besprechende Wurzeldruck, welcher als eine von unten aus wirkende Kraft das Wasser emportrückt. Daß aber diese Kraft allein nicht genügt, geht daraus hervor, daß die Höhen, bis zu welchen durch den Wurzeldruck der aufsteigende Saft gehoben werden kann (S. 616), nicht entfernt den Höhen gleichen, bis zu welchen das Wasser gehoben werden muß, um bis in die Kronen der höchsten Bäume zu gelangen, und daß die Wassermenge, welche von blutenden Stengelstumpfen ausgeschieden wird, weit hinter derjenigen zurücksteht, welche in der gleichen Zeit durch die Transpiration verloren geht. Daß aber auch die Wurzelkraft unnöthig ist, um einen aufsteigenden Wasserstrom in der Pflanze herzustellen, beweist das Frischbleiben und Weiterwachsen vieler abgeschnittenen und in Wasser gesetzten Pflanzen, sowie der Succulenten, Zwiebeln, Kartoffelknollen, die das sogar thun, wenn sie frei aufgehängt sind und von unten an allmählich eintrocknen. Am Saftsteigen muß also noch eine zweite Kraft betheiligt sein, und das ist eine an den Verbrauchsstätten, also am Ziele der Bewegung wirkende Saugkraft, welche das Wasser in der Pflanze hebt. Dieselbe läßt sich dadurch veranschaulichen und messen, daß man einen transpirirenden Zweig in ein Manometerrohr wasserdicht einsetzt, welches mit Wasser gefüllt und mittelst Quecksilber gesperrt ist; letzteres wird dann, während Wasser eingesogen wird, bis zu ansehnlicher Höhe, bisweilen um 30 cm gehoben. Auch in Bohrlöcher in Baumstämmen eingelassene Manometerröhren zeigen eine bedeutende Saugkraft an, welche man bis zu 76 cm Quecksilberdruck gemessen hat. Durch Wegnahme der Blätter wird denn auch diese Saugwirkung entsprechend vermindert und durch Hemmung der Transpiration ganz aufgehoben. Die Saugung kommt zustande durch verschiedene

§. 246. wasseranziehende Processe. Ein solcher ist erstens mit jedem Wachsthum verknüpft, denn die neu entstehenden und sich vergrößernden Zellen der wachsenden Organe erfüllen sich mit Wasser, welches zunächst den angrenzenden älteren Zellen entzogen wird. Die Imbibition (§. 213.), vermöge deren die neugebildeten Zellmembranen und Protoplasmakörper Wassertheilchen in sich aufnehmen, und die Diosmose (§. 214.), welche die Erfüllung des Saftraumes wachsender Zellen mit Wasser bedingt, erzeugen also in diesem Falle die saugende Kraft. Aber gleichzeitig und bei nicht mehr wachsenden Organen allein thätig wirkt als eine meist noch weit ausgiebigere Saugkraft der Ersatz der Wassertheilchen, welche die Epidermis durch die stetige Transpiration verliert. Stünde die Epidermis nicht mit den inneren Geweben in Verbindung, so würde sie bei Verdunstung infolge des äußeren Luftdruckes einsinken müssen. Dieses geschieht aber nicht, es entnimmt also die Epidermis durch Imbibition den Ersatz für das verlorene Wasser den zunächst mit ihr in Verbindung stehenden Zellen, wirkt also wasseranziehend oder saugend auf dieselben; diese decken wieder ihren Wasserverlust aus den ihnen angrenzenden Zellen, und so pflanzt sich die Wasserbewegung rückwärts um sich greifend weiter fort. Zum vollen Verständniß dieser Bewegung ist aber auch zu wissen nöthig, wie hierbei die Elemente des Holzes functioniren. Der Umstand, daß man beim Zerschneiden lebender Pflanzen die Gefäße des Holzes in der Regel mit Luft erfüllt findet, hat bis in die neuere Zeit zu der Ansicht Veranlassung gegeben, daß der aufsteigende Saft nur in der Substanz der Zellwände des Holzes, als Imbibitionswasser, wandern könne. Es läßt sich aber leicht begreifen, daß die Imbibition nicht die thatsächliche Schnelligkeit der Wasserbewegung im Holze ermöglichen würde; auch enthält das saftleitende Holz soviel Wasser, daß dasselbe unmöglich in den Zellwänden allein enthalten sein kann; und die weit größere Schnelligkeit der Saftleitung in der Längsrichtung des Holzes im Verhältnisse zu den darauf senkrechten Richtungen wäre bei der Leitung durch Imbibition nicht erklärt. Thatsächlich sind aber im saftleitenden Holze der unversehrten Pflanze nicht bloß die Holzzellen, sondern auch die Gefäße mit Saft erfüllt, in welchem allerdings Luftblasen enthalten sind; der Gefäßinhalt stellt Wasserfäden dar, welche stellenweise durch Luftblasen unterbrochen oder, namentlich im Blatte und bei starker Transpiration auf längere Strecken durch Luft ersetzt sind. Zum richtigen Verständniß der Wasserbewegung hat nun erst die Entdeckung geführt, daß die Gefäßluft in der lebenden Pflanze eine geringe Tension hat, also unter negativem Drucke steht. Dies läßt sich dadurch nachweisen, daß wenn man beblätterte Stengel unter Quecksilber oder Farbstofflösung abschneidet, die Gefäße sich mit der Flüssigkeit injiciren, bis auf 50—60 cm von der Schnittfläche aus, oder daß in einer Glasröhre, die an eine soeben hergestellte Astschnittfläche luftdicht angesetzt ist und in Wasser taucht, das letztere aufsteigt. Negativer Druck besteht aber nur in transpirirenden Pflanzen; denn im Winter ist die Luft in den Gefäßen der Bäume wenig oder nicht verdünnt. Die Ursache des negativen Druckes wird daher in der Transpiration zu finden sein. Wenn die Gefäße ganz oder zum Theil mit Wasser gefüllt sind, so muß, wenn ein Theil ihres Wassers bei lebhafter Transpiration von den Blättern aufgesogen worden ist, ein luftverdünnter Raum in ihnen entstehen. Auch der Proceß der Athmung wird bei lebhafter Vegetation auf eine Luftverdünnung in den Gefäßen hinwirken, indem Sauerstoff durch die angrenzenden Gewebe absorbirt wird, während die gleichzeitig gebildete Kohlensäure ihrer leichteren Löslichkeit wegen im Safte der Gewebe zum Theil sich löst und diffundirt; in der That hat man die Luft in den Gefäßen im Sommer arm an Sauerstoff gefunden. Die Gefäße functioniren also nach dem Principe einer Saugpumpe: das Wasser wird in ihnen gehoben ebenso wie im Stiefel einer Pumpe, wenn darin durch Aufwärtsziehen des Kolbens ein luftverdünnter Raum entstanden ist. Diese nämliche Wirkung wird auch schon durch die Entstehungsweise des Gefäßsystemes in der Pflanze erzielt. Denn beim Wachsthum der Theile nimmt auch das Gefäßsystem an Ausdehnung zu; es reiht sich ein neues Gefäß an das andere, namentlich im wachsenden Blatte, wo die Adern nach der Abstufung ihrer Stärke nach einander entstehen. Immer sind die ersten Elemente, welche im Holzbündel eines Fibrovasalstranges erscheinen, ring- und spiralförmig verdickte Gefäße oder Tracheïden, welche sehr bald sich mit Luft füllen, was jedesmal einer Saugwirkung entspricht. Und auch in den späteren

Entwickelungsstadien, wo die Blätter erwachsen sind, aber viel transpiriren, geht die Bildung von Gefäßen weiter, indem im ganzen Verlaufe der Fibrovasalstränge an jene engen ring- und spiralförmig verdickten Gefäße sich weite Spiralgefäße und Tüpfelgefäße anschließen. Für die Holzpflanzen ist es von Bedeutung, daß die Bildung des Holzringes mit neuen Gefäßen nahezu während des ganzen belaubten Zustandes, also während der Zeit, wo die Transpiration am größten ist, andauert, und daß das Frühlingsholz, also dasjenige, welches zur Zeit des Laubaustriebes und zur Zeit der stärksten Transpiration des jungen Laubes gebildet wird, bei allen Bäumen die zahlreichsten und weitesten Gefäße enthält. Auf den Luftdruck in den Gefäßen hat endlich auch die Temperatur Einfluß, indem Abkühlung eine Verminderung, Erwärmung eine Vergrößerung des Volumens der Gefäßluft bewirkt. Darum tritt beim Erwärmen eines wasserenthaltenden Holzstückes Wasser aus der Schnittfläche desselben aus und wird beim Abkühlen desselben wieder aufgenommen, und aus demselben Grunde steigt und sinkt ein schwimmendes Holzstück auf und ab mit Erwärmung und Abkühlung. Durch den Einfluß des negativen Luftdruckes in den Gefäßen auf das Saftsteigen erklärt sich auch die Erscheinung, daß in der Luft abgeschnittene Sprosse, auch wenn sie sofort in Wasser gesetzt werden, gewöhnlich zu welken beginnen, also eine verminderte Leitungsfähigkeit des Holzes anzeigen, was nur dann vermieden wird, wenn man das Abschneiden unter Wasser vornimmt. Beim Durchschneiden an der Luft wird nämlich sofort der negative Druck in den geöffneten Gefäßen ausgeglichen, es tritt Luft von außen in die Gefäße, und diesen fehlt dann die für die Wasserhebung erforderliche Pumpkraft, während beim Durchschneiden unter Wasser die Gefäße sich mit Wasser injiciren, und dann der negative Druck sich bald wieder herstellen kann. So ist es wohl auch zu erklären, warum abgeschnittene Pflanzen, wenn sie in warmes Wasser gestellt werden, leichter wieder frisch werden, indem die erwärmte Gefäßluft beim Abkühlen unter negativen Druck kommt. Darum kann man auch durch Einpressen von Wasser mittelst Quecksilberdruck einen gewelkten Sproß wieder frisch machen.

V. **Wasserausscheidung aus verletzten Pflanzentheilen. Bluten.** Viele §. 247.
im Boden eingewurzelte Pflanzen scheiden im turgescenten Zustande, also namentlich bei unterdrückter Transpiration, aus den den Gefäßen und Intercellulargängen benachbarten Zellen tropfbarflüssiges Wasser in jene Hohlräume ab, und zwar mit einer gewissen Kraft, welche imstande ist, das Wasser an Wundstellen aus den geöffneten Gefäßen hervorzupressen. Dieser Vorgang tritt uns vor Augen in der bekannten Erscheinung des Blutens oder Thränens des Weinstockes, der Birke, Hainbuche und mancher anderen Holzpflanzen im Frühjahre unmittelbar vor Entfaltung des Laubes: wenn man um diese Zeit ein Bohrloch oder einen Einschnitt bis in das Holz macht, so fließt längere Zeit hindurch ein klarer wässeriger Saft aus der Wunde. Das Wasser dringt aus dem Holzkörper hervor, dessen Gefäße und Holzzellen in dieser Zeit mit Wasser gefüllt sind. Wenn man daher einen solchen Stengel abschneidet und auf den Stumpf ein Rohr aufsetzt, so steigt der Saft in dem letzteren allmählich empor. Mit Eintritt der Belaubung (also der Transpiration) erfolgt beim Anschneiden des Stammes kein Bluten mehr. Hofmeister hat aber gezeigt, daß die Erscheinung auch im Sommer und auch an anderen Gewächsen, Holzpflanzen wie Kräutern eintritt, sobald nur der decapitirte Stengel den durch die Transpiration aufgehobenen wassergesättigten Zustand durch Auffaugung wieder angenommen hat. Schon die älteren Physiologen, namentlich Hales, der darüber Versuche anstellte, suchten die Ursache des Blutungsdruckes in einer Wurzelkraft, welche den Saft aufwärts drückt. Denn auch an durchschnittenen Wurzeln beobachtet man Blutungsdruck und Saftsteigen. Und an Stengelstumpfen hört dasselbe sofort auf, wenn man die Wurzeln abschneidet, auch wenn dies unter Wasser geschieht. Zwar will man einen geringen Blutungsdruck auch ohne Vorhandensein von Wurzeln, z. B. an der Schnittfläche eines belaubten Zweiges, den man umgekehrt in Wasser taucht, nachgewiesen haben. Mag sich dies bestätigen oder nicht, jedenfalls wird das Bluten zu erklären sein als eine osmotische Druckkraft turgescenter Zellen, welche in der Umgebung der Gefäße liegen und einseitig, nämlich nach dem Gefäßraume zu Wasser hervorpressen können, indem ihr Filtrationswiderstand nach dieser Seite am geringsten ist. Man kann daher das Saftsteigen auch an einem künstlichen

Apparate vorführen, wenn man in einem an zwei Seiten mit Membranen verschlossenen Gefäße, welches eine diosmotisch wirksame Flüssigkeit enthält, durch Einsetzen in eine andere Flüssigkeit, einen hohen endosmotischen Druck erzeugt, und an der andern Seite das ausgepreßte Wasser in einer Röhre aufsteigen läßt. Diese Fähigkeit könnte sehr wohl in den Saugwurzeln am größten oder auf diese beschränkt sein. Denn thatsächlich nimmt der Blutungsdruck um so mehr ab, je entfernter vom Boden das Manometerrohr aufgesetzt wird. Und im Frühjahr rückt das Bluten aufwärts fort, indem ein tief am Stamme gemachtes Bohrloch früher als höher gelegene zu bluten beginnt; und umgekehrt erlischt mit der beginnenden Transpiration das Bluten gewöhnlich zuerst in den oberen Theilen. Da man den Blutungsdruck messen kann durch die Ausflußmenge oder durch die Höhe, bis zu welcher der ausfließende Saft in einem Steigrohre eine Wasser- oder Queckfilberfäule hebt, so hat man auf diese Weise die Veränderungen desselben ermittelt. Am stärksten ist er im Frühlinge und Sommer, und sinkt im August und September ansehnlich. Ferner besteht eine tägliche Periode, die ihr Maximum am Tage, und zwar je nach Pflanzenarten in verschiedenen Tagesstunden, das Minimum nachts, im allgemeinen ungefähr 12 Stunden später hat. Dieselbe scheint in nicht näher bekannter Weise durch die tägliche Beleuchtung inducirt zu werden; denn sie besteht an jungen Pflanzen noch nicht, unterbleibt auch beim Wachsen im Dunkeln und schwächt sich beim Versetzen in constante Dunkelheit stark ab. Die Temperatur hat einen direkten Einfluß: der Weinstock blutet bei Abkühlung auf 5,7 ⁰ R viel weniger als über 12 ⁰ R. Bei *Cucurbita* soll das Bluten bei 43 ⁰ C, bei *Begonia* bei 31—32 ⁰ C erlöschen, bei 25—27 ⁰ C die größte Ausflußmenge liefern. Ferner wird die Blutungsmenge und der Blutungsdruck durch Trockenheit des Bodens, sowie durch höhere Concentration der Nährstofflösung oder der Lösung, mit welcher in Erde wurzelnde Pflanzen begossen werden, vermindert.

Den Blutungsdruck hat man am Weinstocke bis zu 107 cm Queckfilberdruck beobachtet; bei anderen Pflanzen geringer, so bei *Morus alba* zu 1,2 cm, bei *Atriplex hortensis* zu 6,5 cm, bei *Papaver somniferum* 21,2 cm, bei *Digitalis* zu 46,1 cm. Die Ausflußmengen sind oft ziemlich ansehnlich und übersteigen schon in kurzer Zeit das Volumen der ganzen Pflanze. So wurde aus einem Bohrloche eines Birkenstammes, welches 53 mm tief und 4,5 mm im Durchmesser war, in 10 Stunden 1 Liter Saft gewonnen. Nach Humboldt liefert der decapitirte junge Blütenschaft von *Agave* in 24 Stunden 200—375 Kubikzoll, und in der 4 bis 5 Monate dauernden Blutungszeit bis 50 000 Kubikzoll Saft. Hofmeister fand bei einer *Urtica urens* mit einem Wurzelvolumen von 1450 cmm in 2½ Tagen eine Ausflußmenge von 11 260 cmm, und bei *Solanum nigrum* mit 1900 cmm Wurzelvolumen in 3 Tagen eine solche von 4275 cmm.

Der Blutungssaft ist nie reines Wasser, sondern eine allerdings sehr diluirte Lösung, in welcher vorwiegend Zucker und andere lösliche Kohlenhydrate, dann Säuren, Eiweißstoffe, Asparagin, auch Ammoniak und Salpetersäure und die meisten pflanzlichen Aschebestandtheile vorkommen. Uebrigens zeigt er specifische Differenzen. Er enthält z. B. beim Zuckerahorn 3,57 % bei *Acer platanoides* 1,15—3,11 % Zucker. Bei der Birke hat er in 2' Höhe über der Erde 1,201 % Trockensubstanz, bei der Sonnenrose nur 0,041—0,303 %. Auch ist der Saft anfangs zuckerreicher und nimmt später an Zuckergehalt ab. Auch in verschiedenen Stammhöhen über der Erde ist die Zusammensetzung ungleich gefunden worden; z. B. bei der Birke nach oben an Zucker- und Trockensubstanzgehalt abnehmend, beim Ahorn zunehmend. Diese Verschiedenheiten hängen damit zusammen, daß mit dem von den Wurzeln aufgenommenen Wasser auch Nährstoffe in die Pflanze gelangen und daß mit dem aus den Zellen in die Gefäße dringenden Saft auch verschiedene gelöste Inhaltsbestandtheile dieser Zellen mitgeführt werden, besonders im Frühjahre, wo das im Holze als Reservestoff abgelagerte Stärkemehl in gelöste Kohlenhydrate übergeht und nach den Verbrauchsorten wandert (§. 250.).

§. 248. VI. Wassertropfenausscheidung an unverletzten Pflanzen. Da der in der Pflanze entstehende Blutungsdruck bei Verwundung ein Ausfließen von Wasser zur Folge hat, so ist es denkbar, daß letzteres auch an der unverletzten Pflanze geschieht, wenn wasserführende Binnenräume entweder offene Mündungen nach außen haben oder durch Zellen verschlossen sind, welche einen geringen Filtrationswiderstand entgegensetzen. Solche Stellen sind thatsächlich vorhanden an den Blattspitzen vieler Monokotyledonen, besonders des Getreides und anderer Gräser, auch vieler Dikotyledonen, hier besonders an den Spitzen der einzelnen Lappen und der Zähne des Blattrandes. An diesen Punkten scheiden nämlich die Pflanzen große Wassertropfen ab, welche sich bald wieder erneuern, wenn man dieselben entfernt. Bedingung ist auch hier ein mit Wasser gesättigter Zustand der Pflanze; daher tritt die Erscheinung bei gehemmter Transpiration ein, z. B. in der Nacht oder bei feuchtem Wetter oder wenn man eine Glocke über die Pflanze stürzt,

unterbleibt aber, wenn die Verdunstung lebhaft ist. An den bezeichneten Stellen der Blätter befinden sich sogenannte Wasserspalten (S. 102), eine eigenthümliche Art von Spaltöffnungen mit sehr weiter Spalte, die sich nicht zu schließen vermag, einzeln oder in Gruppen beisammen und stets über der in der Blattspitze oder dem Blattzahne liegenden Endigung eines Gefäßbündels. Nur aus diesen Spalten treten die Wassertropfen hervor. Der unter der Wasserspalte befindliche Raum ist von lückenlos aneinanderschließenden, zartwandigen kleinen Zellen begrenzt, unter denen unmittelbar das Gefäßbündel endigt und welche wahrscheinlich der Durchpressung von Wasser einen sehr geringen Widerstand entgegensetzen. Bei den Aroideen, wo die Wassertropfenausscheidung sehr stark ist (bei *Colocasia esculenta* fallen in der Minute 85, bei *C. antiquorum* 25—26 Tropfen ab), sind die Wasserspalten die offenen Enden von Intercellularkanälen, welche die Gefäßbündel begleiten und in denen Wasser ausgeschieden wird. Daß die Ursache dieser Erscheinungen ein in der Pflanze entstehender Druck ist, und daß die Wasserspalten hierbei keine aktive Thätigkeit ausüben, geht daraus hervor, daß an abgeschnittenen Blättern die Tropfenausscheidung aufhört oder abgeschwächt wird, dagegen an der eingewurzelten Pflanze das Ausfließen aus den geöffneten wasserführenden Intercellularkanälen fortdauert, sowie daß bei Anwendung von künstlichem Druck schnell Wasser oder gefärbte Flüssigkeit, wenn man solche benutzt, aus den Wasserspalten hervordringt. Die auf natürlichem Wege abgeschiedene Flüssigkeit ist nicht ganz reines Wasser, sondern enthält 0,001—0,0007 % feste Bestandtheile; bei manchen *Saxifraga*-Arten ist dies hauptsächlich Kalkcarbonat, welches sich daher in Form von Kalkschüppchen auf den Wasserspalten absetzt.

Hierher gehören auch die Ausscheidungen aus geschlossenen oberflächlich liegenden Zellen, wobei in dem Wasser immer zugleich bestimmte charakteristische Stoffe aufgelöst sind. So bei den Nectarien, welche einen süßschmeckenden Zuckersaft ausschwitzen. Diese finden sich vorwiegend in den Blüten (§. 125.), aber auch an grünen Theilen, z. B. an den Nebenblättern von *Vicia*, an den Blattstielen und Blattzähnen bei Amygdalaceen. Hier ist die Ausscheidung von Wasser nach Pfeffer die Folge davon, daß außerhalb der Zellen des Nectariums ein osmotisch wirksamer Stoff, nämlich Zucker vorhanden ist, welcher Wasser aus der Zelle saugt, ebenso wie jeder Punkt einer Schnittfläche durch einen Pflanzentheil, auf welchen man ein Körnchen Zucker oder Salz legt, sich mit Wasser bedeckt. Denn wenn man das Nectarium ein oder mehrere Male mit Wasser abwäscht, so hört die Ausscheidung auf und tritt erst wieder ein, wenn eine geringe Zuckermenge auf das Nectarium gebracht worden ist. Darum sind auch abgeschnittene und nicht mit Wasser gesättigte Pflanzen der Nectarausscheidung fähig. Die osmotisch wirksamen Stoffe werden von den Nectarienzellen ausgeschieden und stammen wahrscheinlich zum Theil aus einer Metamorphose der Außenwandungen, wobei die Cuticula gesprengt wird, zum Theil aus Stoffen, die aus dem Inneren der Zellen heraustreten. — Der Honigthau, welcher an der Oberfläche der Blätter vieler Bäume in zahlreichen kleinen glänzenden Flecken, besonders bei warmer Sommerzeit erscheint (nicht der durch Blattläuse erzeugte), ist ebenfalls eine Ausscheidung aus geschlossenen Epidermiszellen. Ausscheidung von Wasser kommt ferner vor in der Kanne des *Nepenthes*-Blattes, wo es von den in derselben befindlichen Drüsen secernirt wird; es enthält hier 0,92—0,85 % festen Rückstand, in welchem auch Pepsin und freie Säure sich finden (S. 599). Auch an den Drüsen von *Dionaea* und anderer insektenfressenden Pflanzen wird infolge von Reizen ein Pepsin und freie Säure enthaltender Saft abgeschieden. Endlich ist unter den Pilzen Wassertropfenausscheidung bekannt, nämlich beim Mutterkornpilz im *Sphacelia*-Zustande, wo der Saft reich an Zucker ist, ferner am Hymenium des Hausschwammes (*Merulius lacrymans*) ꝛc.

4. Bildung der Pflanzenstoffe.

§. 249. Aus den wenigen Verbindungen, welche die Pflanze als Nährstoffe aufnimmt, entstehen in ihr alle die zahlreichen Stoffe, welche wir als Bestandtheile der Pflanzen (§. 199 ff.) kennen. Einige Nährstoffe treten ohne wesentliche Veränderung

§. 249. in die Reihe der Pflanzenbestandtheile ein; so namentlich die Alkalien und alkalischen Erden, die wir in allen Zellmembranen und anderen organisirten Bildungen der Zellen als feuerfesten Rückstand finden, wiewohl sie hier meist an organische Säuren, also an andere Säuren als bei ihrem Eintritte in die Pflanze gebunden sind. Auch den Phosphor, welcher als Phosphorsäure, und das Silicium, welches als Kieselsäure von der Pflanze aufgenommen wird, finden wir in Form dieser Säuren in der Pflanze wieder; erstere namentlich in Begleitung der Eiweißstoffe, letztere besonders im Aufbau mancher Zellmembranen. Dagegen erfahren diejenigen Nährstoffe, aus welchen die organischen Bestandtheile bereitet werden, also bei den grünen Gewächsen Wasser, Kohlensäure und Salpetersäure oder Ammoniak, tiefgehende Veränderungen, die wir oben als Assimilation kennen gelernt haben. Diese ersten Assimilationsprodukte sind allem Anscheine nach bei sämmtlichen Pflanzen immer dieselben, indem die stickstofffreie Substanz in der Form eines Kohlenhydrats, die stickstoffhaltige in der eines Eiweißkörpers erscheint. Die zahlreichen und bei den verschiedenen Pflanzenarten verschiedenen anderen organischen Verbindungen sind daher Derivate aus jenen ersten Assimilationsprodukten. Es finden mithin zahlreiche Stoffmetamorphosen in der Pflanze statt, zu denen auch noch Stoffwanderungen kommen, wenn die Assimilation nur in bestimmten Theilen der Pflanze vor sich geht, während in davon entfernten Theilen gewisse andere Stoffe gebildet werden müssen. Indem wir die Erscheinungen der Stoffwanderung unten besonders betrachten, soll es sich hier nur um die Frage der Stoffbildung handeln. Bei dieser Frage interessiren nicht bloß die rein chemischen Vorgänge bezüglich der Bildung der Pflanzenstoffe, sondern auch die physiologische Bedeutung derselben für die Pflanze. In letzterer Beziehung können wir wenigstens von einer Anzahl von Stoffen angeben, welchen Zweck sie für die Pflanze haben, während von zahlreichen anderen nicht viel mehr als ihre Existenz in der Pflanze bekannt ist. Manche Stoffe erweisen sich als Uebergangsglieder bei der Umwandelung eines Stoffes in andere Verbindungen; wir sehen sie in gewissen Organen sich bilden, aber später wieder daselbst als solche verschwinden. Viele andere Körper kehren nicht wieder in den Stoffwechsel zurück; sie verbleiben einmal gebildet unverändert in der Pflanze bis an deren Lebensende. So namentlich die das feste Gerüst der Zellmembranen aufbauenden Verbindungen, wie Cellulose ꝛc. Aber auch viele andere Stoffe gehen der Pflanze zuletzt mit den Theilen, in denen sie enthalten sind, verloren, so die meisten Farbstoffe, welche entweder unverändert oder nachdem sie gewisse Veränderungen erfahren, dieses Schicksal haben; ferner die meisten ätherischen Oele und Harze, Gummi und Pflanzenschleim, Wachsausscheidungen, organische Säuren, die im Zellinhalte gelöst oder krystallisirt sind. Die Bildung solcher Stoffe hat man, namentlich wenn sie in großen Mengen außerhalb der Zellen sich ansammeln, als Absonderung oder Secretion bezeichnet; so beim Wachs, beim Nectar, beim Gummi, ätherischen Oel und Harz, die theils an der Oberfläche der Pflanze, theils in Intercellularkanälen abgeschieden werden. Doch ist auch die Bildung dieser Stoffe auf gewisse Zellen zurückzuführen, und deshalb ist der Begriff der Secretion ein keineswegs scharf begrenzter.

Daß die Bildung der Pflanzenstoffe auch von äußeren Bedingungen abhängig sein muß, ergiebt schon die einfache Erwägung, daß die Pflanze das Material dazu aus den von ihr aufgenommenen rohen Nährstoffen schöpft und daß nur dann, wenn letztere vollzählig und in hinreichender Menge geboten sind, die Bildung jener Stoffe möglich ist, daß ferner mehrere der rohen Nährstoffe erst assimilirt werden müssen, um als Material für die vegetabilische Stoffbildung zu dienen, letztere also auch von den Bedingungen der Assimilation abhängt, daß endlich auch alle Bedingungen und Factoren des Wachsthums und der Organbildung hierbei in Betracht kommen, weil die letzteren Vorgänge erst die Gelegenheit zu neuer Stoffproduktion geben. Dies schließt nicht aus, daß die Bildung gewisser Pflanzenstoffe außerdem noch durch besondere Factoren influirt und je nach dem Grade, in welchem diese gegeben sind, befördert oder beeinträchtigt wird. Was in dieser Beziehung bekannt ist, soll im folgenden bei den einzelnen Stoffen erwähnt werden.

1) **Cellulose** ist, weil sie den Hauptbestandtheil der Zellmembranen darstellt, ein Stoff, der in den wachsenden Organen, wo eben neue Zellen entstehen und die

vorhandenen Zellen sich vergrößern, in größter Menge sich bildet. Sie entsteht §. 249.
immer erst in derjenigen Zelle selbst, zu deren Zellhaut sie verwendet wird; das Material dazu liefern andere Kohlenhydrate, als Stärkemehl, Zucker, Inulin, oder andere stickstofffreie Stoffe, besonders Fette. Wenn man Samen, Rhizome, Knollen oder Zwiebeln im Dunkeln und nur unter Verabreichung von destillirtem Wasser keimen läßt, so findet eine ansehnliche Produktion neuer Organe statt, während gleichzeitig das in jenen Theilen vorhandene Stärkemehl, Zucker, Inulin oder Fett daselbst verschwinden; dafür ist in den neugetriebenen Theilen eine Menge neuer Zellhäute entstanden, die ihr Material nur aus jenen verschwundenen Stoffen unter Umwandlung derselben geliefert erhalten haben können. Ebenso werden bei allen Pflanzen, welche besondere Assimilationsorgane, nämlich grüne Blätter haben, von diesen aus die assimilirten Kohlenhydrate nach den wachsenden Punkten (Knospen, reifende Früchte, Wurzeln) geleitet, um dort als Material für den Bau der Zellhäute verwendet zu werden. Wie bei der Stoffwanderung zu erörtern ist, geschieht dieser Transport in der Form eines löslichen Kohlenhydrates, und auch in dem Protoplasma derjenigen Zelle, zu deren Membran der zellhautbildende Stoff verwendet wird, muß der letztere zunächst in einer löslichen Form enthalten sein, um dann erst die feste Form von Zellstoff anzunehmen. Ueber diese Umwandlung ist sehr wenig bekannt. Bei der Zelltheilung sammeln sich im Protoplasma sichtbare Körnchen und bilden die Zellplatte, welche zu der die beiden Zellen theilenden Zellwand wird (S. 82). Jene Körnchen scheinen in manchen Fällen Stärke zu sein, in anderen nicht. Auch wenn nackte Zellen sich mit einer Zellmembran umhüllen, wird das zellhautbildende Material in nicht näher bekannter Weise und Qualität aus dem Protoplasma ausgeschieden. Das Wachsthum der Zellmembran in die Fläche und in die Dicke geschieht durch Intussusception (§. 220.); daher muß das Baumaterial nothwendig als eine gelöste Substanz zwischen die Molecüle der Zellwand eintreten und dort erst in Cellulose sich metamorphosiren. Bisweilen schlägt sich dasselbe vorher im Protoplasma, in welchem es in Lösung vorhanden sein muß, vorübergehend in Form von Stärkekörnchen nieder. In den Zellen des zu wachsen beginnenden Keimlings bei der Keimung der Samen, desgleichen in den jungen Zellen unterhalb der Vegetationspunkte wachsender Stengel und Wurzeln ꝛc. erscheinen gewöhnlich vor der Zeit des stärksten Flächenwachsthums der Zellmembranen kleine Stärkekörnchen im Protoplasma. Gleiches ist auch in manchen Zellen, welche sehr dicke Membranen bekommen, unmittelbar vor dem Beginn des Dickewachsthums der letzteren zu beobachten. In allen diesen Fällen ist mit der vollendeten Ausbildung der Membran die Stärke wieder verschwunden. Die vorübergehende Aufspeicherung dieses Stoffes gestattet die Ansammlung ziemlich großer Mengen zellhautbildenden Materiales in dem kleinen Raume der Zelle in endosmotisch nicht wirksamer Form, so daß es also durch Diosmose nicht wieder auswandern kann. Die einmal in der Form der Zellhaut organisirte Cellulose erleidet nur in seltenen Fällen eine Rückbildung, eine Wiederauflösung. Die Resorption der Querwände bei der Entstehung der Gefäße (§. 44.), die Umwandlung in schleimige Stoffe an den als Leimzotten bezeichneten Haarbildungen in den Knospen (S. 103), an manchen Nectarien und anderen Drüsen (S. 102), die Entstehung von Intercellularkanälen durch Auflösung von Zellen sind hierher gehörige Fälle. Im Sameneiweiß der Dattel und anderer Palmen, von *Tropaeölum*, der Primulaceen u. s. w. sind die Zellen stark verdickt, und ihre Verdickungsschichten werden bei der Keimung der Samen unter vorübergehendem Erscheinen von Stärkekörnchen in der Zelle aufgelöst; sie sind Reservestoffe, die zur Ernährung des Keimlinges dienen.

In wieweit eine Aenderung der chemischen Constitution der Cellulose bei dem Verholzen, Verkorken und der Cuticularisirung (§. 31.) der Zellmembran stattfindet, ist noch unbekannt.

2) **Stärkemehl** entsteht zunächst bei der Assimilation in den Chlorophyllkörnern (§. 238.), ferner als vorübergehender Niederschlag in den Zellen bei der Wanderung der Kohlenhydrate und beim Wachsthume der Zellen, endlich in vielen Pflanzentheilen als Reservenährstoff. Die Ansammlungen großer Massen von Stärkemehl, mit dem dann oft die Zellen ganz vollgepfropft sind (stärkehaltige Samen, Kartoffelknollen ꝛc.), sind alles Fälle der letzteren Art. Stärkemehl ist eine zur Auf-

§. 249. speicherung von Kohlenhydrat sehr geeignete Verbindung, weil es als ungelöster Körper diosmotisch unwirksam ist. In allen genannten Fällen verschwindet die Stärke zu gewisser Zeit wieder, indem sie aufgelöst wird, um anderweitig verwendet, beziehendlich nach anderen Orten hingeführt zu werden. Hierbei scheint sie meist in ein lösliches Kohlenhydrat, nämlich in Dextrin oder in Maltose oder in Glykose überzugehen. Diese Auflösung der Stärkemehlkörner in den Zellen wird jedenfalls durch ein Ferment bewirkt; als solches ist in vielen Pflanzen die Diastase (§. 211) gefunden worden, und zwar nicht nur in stärkereichen Reservestoffbehältern, wie in den Samen des Getreides ꝛc., sondern auch in vielen vegetirenden Organen und auch im Holze. Sie ist chemisch nicht genau bekannt, scheint aber mit den Eiweißstoffen verwandt zu sein und aus diesen hervorzugehen. Zur diastatischen Wirksamkeit eines Malzauszuges ist saure Reaction desselben Bedingung; neutrale hat nur schwache, alkalische keine Wirkung. Je mehr Eiweißstoffe durch Erwärmen coagulirt werden, desto mehr sinkt die Wirksamkeit eines Malzauszuges; und mit der Entfernung aller gerinnbaren Eiweißstoffe durch Coagulation bei 80—85° C oder durch Filtration durch Thonzellen wird derselbe wirkungslos. Die Temperatur steigert die Wirkung bis zu einem Maximum bei 63° C, darüber hinaus schwächt sie dieselbe ab. Wenn Stärkekörner, sei es innerhalb der Zellen auf natürlichem Wege, oder künstlich mittelst eines Malzauszuges, durch Diastase aufgelöst werden, so schmelzen sie entweder von außen ab, oder lösen sich von innen aus, und werden oft in radialer und den Schichten paralleler Richtung gleichsam ausgefressen; dadurch zerfallen sie endlich in Stücke, welche schnell vollends aufgelöst werden. Ein Gewichtstheil Diastase vermag 2000 Gewichtstheile Stärke zu lösen.

3) **Inulin,** welches in den Knollen von *Dahlia*, *Helianthus tuberosus* und anderer Compositen als Reservenährstoff auftritt, entsteht hier wie das Stärkemehl aus einwandernder Glykose und verwandelt sich bei der Auswanderung wieder in diese zurück.

4) Die **Zuckerarten.** Glykose oder Traubenzucker ist als das gewöhnliche Uebergangsglied bei der Bildung wie bei der Auflösung von Kohlenhydraten, besonders der Cellulose, des Stärkemehls, des Inulins, in den Pflanzen sehr verbreitet. Daher enthalten auch die Frühlingssäfte, die beim Bluten der Birken, Reben ꝛc. auftreten, Traubenzucker. Auch wo fettes Oel als Reservenährstoff auftritt, kann bei der Auflösung desselben Glykose als Umwandlungsprodukt auftreten; so bei der Keimung der ölhaltigen Samen des Kürbis und von *Allium cepa*. Aber auch als Endprodukt des Stoffwechsels erscheint Glykose, und zwar zusammen mit Laevulose oder Schleimzucker in den süßen Früchten, desgleichen als Secret im Nectar der Blüten und bei dem auf den grünen Blättern mancher Bäume im Sommer erscheinenden Honigthau, welcher nicht, wie man früher vermuthete, immer von Blattläusen herrührt, sondern in einigen Fällen sicher von den Epidermiszellen des Blattes secernirt wird.

Rohrzucker, vorzugsweise in vegetativen Theilen gewisser Pflanzen enthalten, als Reservestoff in reichlicher Menge in den Runkelrübenwurzeln, wo er aus einwandernden anderen Kohlenhydraten, nämlich Glykose und Stärkemehl entsteht, in welche er sich bei der Auswanderung nach den neuentstehenden Theile zurückverwandelt.

Mannit, ein Pseudozucker, d. h. eine süßschmeckende, aber durch Mehrgehalt an Wasserstoff von den echten Zuckerarten unterschiedene Verbindung, kommt theils in Pflanzensäften, namentlich in Pilzen, theils in der Manna vor, welche als Secret wahrscheinlich in ähnlicher Weise entsteht wie Gummi oder Harz und ebenso wie diese Stoffe aus Baumstämmen ausgeschieden wird, nämlich besonders aus der Mannaesche. Ueber die Entstehung dieses Körpers in der Pflanze ist nichts bekannt.

5) Gummi und Pflanzenschleim (§. 201, 5) sind, vielleicht mit wenigen Ausnahmen, Endprodukte des Stoffwechsels wie die Cellulose. Viele treten als Verdickungsschichten von Zellmembranen auf, wie in den Samenschalen des Leins, der Quitten ꝛc., wo sie wie sonst die Cellulose aus Stärke entstehen, die vorher in diesen Zellen enthalten ist. Andere sind im Zellsafte besonderer Zellen aufgelöst; so in den Schleimzellen vieler Monokotyledonen. Diese enthalten niemals

Stärke, sondern im Saftraum entsteht der Schleim im aufgelösten Zustande und §. 249.
vermehrt sich, während gleichzeitig Kalkoxalatkrystalle in der Zelle sich bilden. In anderen Fällen tritt das Gummi als Inhalt von Intercellularkanälen auf und verschwindet dann auch aus diesen Organen nicht wieder; hier entsteht es entweder durch Secretion aus den den Kanal begrenzenden Zellen, in welchen selbst es aber noch nicht nachweisbar ist, oder indem der Intercellularkanal durch Auflösung anfänglich an seiner Stelle stehender Zellen gebildet wird, wobei dieselben schon vorher Gummi als Inhalt führen und die Membranen wahrscheinlich durch Umwandlung in Gummi aufgelöst werden. Endlich entsteht Gummi beim localen Absterben des Holzkörpers vieler Amygdalaceen, besonders der Kirsch-, Pflaumen-, Aprikosen- und Pfirsichbäume infolge von Verwundung ꝛc. Hier ist es Umwandlungsprodukt der Membranen der Gefäße, der Holzzellen, sowie der Zellen eines bei dieser Krankheit in abnormer Menge, nämlich in Form größerer oder kleinerer Complexe innerhalb der Jahresringe gebildeten Holzparenchyms. Auch Stärkekörner, wo solche in den Elementen des Holzes enthalten sind, werden hierbei in Gummi desorganisirt. Dasjenige Gummi, welches hier durch partielle Umwandlung der Membran der Gefäße und Holzzellen entsteht, bleibt in diesen Organen eingeschlossen und verstopft sie. Bei der Umwandlung der abnormen Holzparenchymcomplexe in Gummi werden die Zellen von außen nach innen meist vollständig aufgelöst; es bilden sich im Jahresringe isolirte oder zusammenfließende Gummimassen; bisweilen schreitet dann die Gummientartung bis in die Cambiumschicht und selbst bis in die Rinde fort. Dann quillt oft ein Theil des Gummis an der Oberfläche der Stämme oder Zweige hervor. Das Kirsch- und Pflaumengummi ist ebenfalls aus dem Stoffwechsel ausgeschieden; es wird nicht wieder anderweitig verwendet. Seine Bedeutung für die Pflanze scheint hier darin zu bestehen, daß es die Poren des verwundeten oder durch andere Zerstörung versehrten Holzkörpers verstopft und vielleicht auch, daß es den Eintritt von Luft und Wasser verhütet, also conservirend auf die noch intacten Holztheile wirkt.

Ueber die Bedeutung der Pectinstoffe in den Früchten wissen wir nichts; die früher gehegte Meinung, daß es Umwandlungsprodukte der Zellmembranen seien, ist unbegründet.

6) Von den **organischen Säuren,** welche in der Pflanze als neutrale oder saure Salze, auch wohl als freie Säuren entweder gelöst im Zellsafte oder in Form von Krystallen, dann fast ausschließlich als Calciumoxalat auftreten, ist, obgleich sie sehr allgemein im Pflanzenreiche verbreitet sind, die Entstehung und die physiologische Bedeutung noch nicht aufgeklärt. In Früchten, welche unreif sauer sind, nimmt der saure Geschmack später ab, ob durch Metamorphose der Säuren in andere Körper oder durch bloße Neutralisation derselben, ist unentschieden. Die Calciumoxalatkrystalle, die vorwiegend in grünen Pflanzentheilen vorkommen, bleiben dagegen meist unverändert in den Zellen erhalten, in denen sie einmal entstanden sind; doch ist in einigen Fällen Wiederverschwinden beobachtet worden, ohne daß man wüßte, ob bloße Lösung durch anorganische Säuren oder Verwendung zu anderen Bildungen vorliegt. Sicher dürfte aber den Pflanzensäuren die eine Bedeutung zuzuschreiben sein, daß sie, wenn die Säuren der Salze der rohen Nährstoffe, nämlich Salpetersäure und Schwefelsäure behufs der Eiweißbildung von ihren Basen abgespalten werden, diese freiwerdenden Basen von den Pflanzensäuren gebunden und dadurch für die Pflanze unschädlich werden. — Die Bildung organischer Säuren in den Pflanzen scheint wenigstens in einigen Fällen in einer Beziehung zum Lichte zu stehen. Denn es ist erwiesen, daß *Bryophyllum* und andere Crassulaceen nachts organische Säuren bilden und einen sauren Geschmack annehmen, den sie am Tage wieder verlieren. Auch enthalten etiolirte Keimpflanzen mehr freie Säure als am Lichte erwachsene. Es ist weiter bekannt, daß bei den Crassulaceen mit der Zersetzung der Säure am Lichte eine Abscheidung von Sauerstoff Hand in Hand geht. Denn Blätter, welche durch Aufenthalt im Dunkeln sauer geworden sind, scheiden im Lichte auch dann Sauerstoff ab, wenn sie in kohlensäurefreier Luft gehalten werden; auch ist nachgewiesen, daß sie nicht so viel präexistirende Kohlensäure enthalten, um so viel Sauerstoff durch Assimilation zu liefern, wie sie in jenem Versuche thatsächlich ausscheiden. Immerhin ist es nicht

§. 249. erwiesen, daß hier eine direkte Abspaltung von Sauerstoff aus der organischen Säure stattfindet; es ist wahrscheinlicher, daß dabei Kohlensäure abgespalten und diese dann im Chlorophyll wie gewöhnlich unter Sauerstoffausscheidung assimilirt wird.

Die Gerbsäuren scheinen, weil sie in den Theilen, die daran besonders reich sind, nämlich in den Rinden vieler Holzpflanzen, immer vorhanden sind, nicht in den Stoffwechsel zurückzukehren, doch ist eine theilweise Wiederauflösung derselben nicht ausgeschlossen; so soll beim Keimen der Borragineensamen neben Stärke reichlich Gerbstoff auftreten, später aber nur noch in Spuren zurückbleiben, auch sollen Zweige von *Pinus*, *Larix*, *Ribes* im Winter weit mehr Gerbstoff als bei der Weiterentwickelung im Sommer enthalten.

7) Von den **Glykosiden** (§. 206.), welche nur in bestimmten Pflanzen und Pflanzentheilen in größerer Menge vorkommen, ist die Bedeutung für die Pflanze unbekannt; die meisten scheinen wohl keine weitere Verarbeitung zu erfahren. Das Amygdalin in den bitteren Mandeln wird, wenn es mit dem in denselben vorhandenen Ferment Emulsin in Berührung kommt, in Bittermandelöl ꝛc. gespalten; ebenso spaltet sich die Myronsäure durch das gleichzeitig mit dieser in den Senfsamen vorhandene Myrosin unter Bildung von Senföl. Beides geschieht aber nicht in den unverletzten Samen, sondern erst bei der Zerkleinerung derselben. Es ist unentschieden, ob wie behauptet worden ist, dies daher rührt, daß das Amygdalin in den Parenchymzellen, das Emulsin im Gefäßbündel enthalten ist, oder daher, daß ersteres im Zellsafte, letzteres im Protoplasma sich befindet und hier beide in der unverletzten Zelle nicht aufeinander wirken.

8) Die **fetten Oele** sind wenigstens in kleinen Mengen im Pflanzenreiche sehr verbreitet. In größerer Menge aber erscheinen sie fast nur in Reservestoffbehältern, nämlich in den Samen vieler Pflanzen und haben hier die Bedeutung von Reservenährstoffen (§. 252.). Wie in manchen Samen Stärkemehl diese Rolle spielt, so wird in vielen anderen Samen, welche kein Stärkemehl enthalten, das letztere in dieser Rolle durch fettes Oel vertreten. Wenn solche Samen keimen, so verschwindet aus ihnen allmählich dieser Stoff. Er wird zum Theil zur Bildung von Stärkemehl und Cellulose in den wachsenden Theilen verwendet, wobei entweder keine Glykose erscheint, wie z. B. beim Hanf, oder reichlich solche gebildet wird, wie beim Kürbis und bei den Zwiebeln; zum Theil wird er auch durch die Athmung zerstört. In den reifenden Samen entsteht das fette Oel aus Glykose, welche von den assimilirenden Organen aus dorthin geleitet wird, wobei dieselbe sich entweder direkt oder unter vorübergehender Bildung von Stärkemehl in Oel umwandelt.

Wachs tritt in der Cuticula der Epidermis der Pflanzentheile und bisweilen auch als Ausschwitzung auf der Cuticula auf, dann oft einen dünnen weißlichen Reif, der sich abwischen läßt, darstellend, wie auf den grünen Theilen des Kohls, Mohns ꝛc., und auf den Pflaumen, und wirkt hier jedenfalls limitirend auf die Transpiration. Einmal gebildet und dann durch Abwischen entfernt, entsteht es nicht von neuem. Woraus es in den jungen Theilen sich bildet, ist unbekannt.

9) Die **ätherischen Oele** und die **Harze**, die Oxydationsprodukte der ersteren, scheinen allgemein Endprodukte des Stoffwechsels zu sein. Sie sind die Ursache des Geruches der Pflanzentheile und hierzu schon in sehr geringen Mengen hinreichend. In den riechenden Pflanzentheilen finden sie sich entweder als Oeltröpfchen im Inhalte der Zellen oder sie stellen oberflächliche Secrete dar, wie namentlich in den klebrigen Ausschwitzungen der Knospen. Im letzteren Falle entstehen sie meist durch Desorganisation von Haarbildungen, wobei die Oeltropfen im Zellinhalte der Haare vorgebildet zu sein pflegen und die Membranen derselben sich in Schleim auflösen. Manche Pflanzen haben ätherisches Oel als Inhalt von Intercellularkanälen, wie in den Oelkanälen der Nadelhölzer, in den Oeldrüsen der Blätter der Myrtaceen, von *Hypericum*-Arten ꝛc. Bezüglich dieser Produkte gelten die nämlichen beiden Entstehungsarten wie für das in Intercellularkanälen vorkommenden Gummi (S. 621). Endlich tritt ätherisches Oel bei den Nadelhölzern infolge von Verwundung oder anderweitigen Beschädigungen des

Holzkörpers auf, also wiederum unter denselben Umständen wie bei gewissen anderen §. 249.
Pflanzen Gummi. Es erscheint hier sowohl das Innere der Holzzellen erfüllend als auch die Membran derselben durchtränkend (sogen. Kienholz), entsteht aber außerdem auch bisweilen durch Auflösung eines in der Nähe der Wundstellen gebildeten abnormen Holzparenchyms, wobei es oft aus dem Stamme in ansehnlichen Quantitäten ausfließt. Auch hier nützt es der Pflanze durch Verstopfung der Poren und durch Conservirung des verwundeten Holzkörpers. Durch längere Berührung mit der Luft, also namentlich bei oberflächlicher Ausscheidung oxydiren sich die ätherischen Oele zu Harzen.

10) Von den **Alkaloïden**, die sich nur in manchen Pflanzen finden und von denen immer nur bestimmte Arten gewissen Pflanzen und Pflanzentheilen eigenthümlich sind, ist die Bedeutung für das Leben unbekannt. Manche Erfahrungen sprechen dafür, daß ihre Bildung in der Pflanze durch äußere Verhältnisse beeinflußt wird. Aber woraus sie entstehen, ist ebenso unbekannt als was später aus ihnen wird. Das Solanin in den Kartoffeltrieben scheint anfangs zu-, später abzunehmen.

11) **Eiweißstoffe** und **Amide.** Bei der Ernährung ist bereits mitgetheilt, wie die Eiweißstoffe in der Pflanze dadurch entstehen, daß Salpetersäure oder ein anderer geeigneter stickstoffhaltiger Nährstoff und Schwefelsäure mit schon vorhandenem stickstofffreien organischen Material dazu verarbeitet werden, mag dieses letztere nun selbst erst durch Assimilation gebildet worden sein, wie in den grünen Pflanzen oder schon in dieser Form als Nahrung in die Pflanze gelangt sein, wie bei den chlorophyllosen Gewächsen. Es ist unbekannt, ob dabei sogleich Eiweißkörper entstehen oder zuerst einfachere stickstoffhaltige Verbindungen, wie Amide, und diese sich erst in jene umwandeln, was nach den im Nachstehenden mitgetheilten Beziehungen zwischen diesen beiden Stoffen nicht undenkbar wäre. Etwas genauere Kenntniß haben wir nämlich über die Umwandlung und Wiederbildung, welche die einmal im Pflanzenkörper vorhandenen Eiweißstoffe erleiden. Dieselben gehören zu den wichtigsten und allgemeinsten plastischen Stoffen der Pflanzen; sie sind überall nothwendig, wo Neubildungen entstehen. In diese Rolle theilen sie sich mit den Kohlenhydraten; sie sind gleich diesen zur Bildung jeder Zelle erforderlich; wie die Kohlenhydrate die Zellmembran bilden, so die Eiweißstoffe das Protoplasma, beides die wesentlichen Bestandtheile der Zelle. Darum finden wir Eiweißstoffe, in Form von reichlich in den Zellen enthaltenem Protoplasma allgemein und zwar in besonders großer Menge in den wachsenden Wurzelspitzen, im Vegetationspunkte der Stengel, also in allen Knospen und jungen Theilen, ferner in reifenden Früchten und Samen. Nach diesen Orten hin werden die Eiweißstoffe von den Punkten ihrer Entstehung, vornehmlich von den grünen Blättern aus, geleitet; ebenso wandern sie nach den Reservestoffbehältern, wo solche vorhanden sind, um dort als Reservenährstoffe, meist in Form von Protoplasma oder Aleuronkörnern, niedergeschlagen zu werden; und von diesen Magazinen aus treten sie, wenn diese Theile neue Triebe zu machen beginnen, ihre Rückwanderungen in die neuzubildenden Organe an. Bei allen diesen Wanderungen findet wahrscheinlich zum Theil eine Zerspaltung der Eiweißkörper in Amide statt, also in solche Körper, welche leichter durch Zellmembranen diffundiren als jene, und wir könnten uns darnach vorstellen, daß das stickstoffhaltige Material, wenigstens zum Theil in der Form von Amiden wandert, letztere also hier dieselbe Rolle spielen würden, wie bei der Wanderung des stickstofffreien Materiales die löslichen Kohlenhydrate. Es ist nämlich eine sehr verbreitete Erscheinung, daß in Keimpflanzen, in austreibenden Knospen, in den jungen Trieben des Spargels, der Kartoffeln und wahrscheinlich zahlreicher anderen Pflanzen, also in Organen, in denen Eiweißstoffe von den Reservestoffbehältern aus nach den Verbrauchsorten hin wandern, Amide auftreten und sich vermehren, um später, wenn diese Stoffwanderung zu Ende geht, wieder abzunehmen. Ueberhaupt scheinen Amide allgemein verbreitet zu sein und jedenfalls ist meist ein Theil des Stickstoffes, den man früher ganz auf Rechnung von Eiweißkörpern setzte, in Form von Amiden vorhanden. Letztere kann man in allen vegetirenden Organen nachweisen, wo wenigstens $^1/_8$ des Gesammtstickstoffes auf sie entfällt; auch in einigen Pilzen sind sie gefunden worden. In den saftigen Reservestoffbehältern, wie Kartoffelknollen,

§. 249. Topinambur, Rüben ꝛc. verbleibt vielleicht sogar ein Theil des stickstoffhaltigen organischen Materiales in Form von Amiden als Reservestoff, während dasselbe in den trockenen Reservestoffbehältern, d. h. in den Samen, ganz in Form von Eiweißstoffen magazinirt zu werden scheint. Denn z. B. in den Kartoffelknollen gehören 43 % des Gesammtstickstoffes nichteiweißartigen Körpern an, unter denen Amide vorwalten. Die Umwandlung von Eiweißstoffen in Amide beim Keimen der Samen läßt sich analytisch feststellen. So enthalten die gelben Lupinen im ungekeimten reifen Samen 9,46 % Stickstoff, wovon 8,15 auf Eiweißstoffe, 1,31 auf andere Stickstoffverbindungen kommen. Beim Keimen im Dunkeln sind nach 13 Tagen 3,86 % Stickstoff in dem vorher im Samen fehlenden Asparagin enthalten, während die Eiweißstoffe sich entsprechend vermindert haben. Es giebt verschiedene Amide, die sich wahrscheinlich gegenseitig vertreten, weil sie in sehr ungleichen relativen Mengen beisammen gefunden werden. So ist in den Lupinenkeimpflanzen Asparagin vorwaltend, während andere Amide, wie Leucin, Tyrosin ꝛc. nur in sehr geringen Mengen auftreten. Ein ähnliches Verhältniß herrscht auch in manchen anderen Pflanzen. Dagegen finden sich bei Kürbiskeimpflanzen in 100 Theilen der Trockensubstanz 0,12 Asparagin und Asparaginsäure, 1,75 Glutaminsäure, 0,25 Tyrosin. Auch in Rüben ist weniger Asparagin, dagegen mehr Glutamin und Betaïn enthalten. In niederen Pilzen sind viele andere Amide gefunden worden. An den Orten des Verbrauches regeneriren sich nun wahrscheinlich aus den als Translocationsmaterial fungirenden Amiden wieder die Eiweißstoffe. Diese Umwandlung ist nur möglich unter Eintritt stickstofffreier Verbindungen. Unter Zugrundelegung dieses Satzes hat Pfeffer die Regenerirung der Eiweißstoffe aus Amiden wahrscheinlich zu machen gesucht durch die Beobachtung, daß die Amide nicht wieder verschwinden, also nicht in Eiweißstoffe übergehen, sondern sich bis ans Lebensende in der Pflanze massenhaft anhäufen, wenn es der letzteren an dem zu jener Umwandlung erforderlichen stickstofffreien Material gebricht. Er beobachtete nämlich diese Erscheinung an keimenden Leguminosen nicht bloß bei Kultur im Dunkeln, wo die Anhäufung von Asparagin in der Pflanze schon länger bekannt ist, sondern auch am Lichte in kohlensäurefreier Luft. In beiden Fällen ist in der That die Kohlenstoffassimilation (§. 238.), also die Zufuhr stickstofffreien Materiales ausgeschlossen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen am Lichte findet dagegen Bildung solchen Materiales statt, und hier verschwindet auch das Asparagin. Mit dieser Erklärung steht auch die Thatsache im Einklange, daß überhaupt in vielen Pflanzen erst beim Verweilen im Dunkeln nachweisbare Mengen von Asparagin auftreten. An dieser Vorstellung ließe sich auch dann festhalten, wenn die massenhafte Erzeugung von Asparagin bei Verhinderung der Assimilation, also besonders in hungernden Pflanzen noch einen anderen Grund haben sollte, nämlich den, daß unter solchen Umständen das mangelnde stickstofffreie Material zum Theil aus Eiweißkörpern entsteht, indem diese in Amide und stickstofffreies Material zerfallen, welches verbraucht wird, während das schwieriger zu verarbeitende Asparagin sich ansammelt. Es ist nämlich Thatsache, daß Pilze bei Mangel stickstofffreier Substanzen dargebotene Eiweißstoffe reichlich verarbeiten, was sie nur in geringem Grade thun, wenn zugleich Zucker geboten ist. Und ebenso ist bekannt, daß wenn jugendlichen Pilzen die Zufuhr weiterer organischer Nahrung abgeschnitten wird, sie unter Schwinden eines Theiles ihrer protoplasmatischen Stoffe weiter wachsen, also Cellulose bilden und in ihren Zellen reich an Oeltropfen werden, die vorher nicht da waren. Auch ist bei den Lupinen und anderen Leguminosen im nicht gekeimten Samen das stickstofffreie Material gegenüber den Eiweißstoffen in geringer Menge vorhanden, während es beim Keimen reichlicher gebildet wird, also von den letzteren entlehnt werden muß. Wenn Eiweißstoffe in der Pflanze zerspalten werden, so muß auch der Schwefel, der zu ihrer Constitution gehört, wieder in eine andere Verbindung übergeführt werden; und zwar ist dies Schwefelsäure, denn es ist constatirt, daß in Keimpflanzen von Lupinen, Wicken und Kürbis der Schwefelsäuregehalt um so mehr zunimmt, je mehr die Menge der gebildeten Amide steigt.

Außer der Zerspaltung der Eiweißstoffe in Amide und ihrer Regeneration aus diesen finden in der Pflanze wahrscheinlich auch Umwandlungen verschiedener

Eiweißstoffe in einander statt, worüber jedoch noch keine genaueren Kenntnisse vor- §. 249.
liegen. Peptonisirende Fermente (§. 211.), welche unlösliche Eiweißstoffe in lösliche Verbindungen (Peptone) überzuführen vermögen, könnten dabei vielleicht eine Rolle spielen, da man dergleichen in Samen von Wicken, Hanf, Flachs, in gekeimter Gerste, aber nicht in Lupinen und ebensowenig in vielen anderen Pflanzen, dagegen im Plasmodium von *Aethalium*, im Milchsafte der *Carica papaya* gefunden hat. Ueber die Art, wie solche Fermente in der Pflanze entstehen, ist in den eben angeführten Fällen ebensowenig etwas bekannt wie in denjenigen, wo dieselbe in den fleischverdauenden Drüsen der insektenfressenden Pflanzen (§. 240.) auftreten.

12) **Farbstoffe. Chlorophyll.** Da das, was über die chemische Natur dieses wichtigsten aller Pflanzenfarbstoffe bekannt ist, oben §. 212 mitgetheilt ist, so handelt es sich hier nur noch um die Frage der Entstehung und der etwaigen Veränderungen dieses Körpers in der Pflanze. Wir kennen das Chlorophyll in der lebenden Pflanze nicht anders als gebunden an Theile des Protoplasmas, meist an kornförmige Protoplasmagebilde, Chlorophyllkörner; es tingirt die Masse dieser mit Wasser imbibirten, plastisch weichen Gebilde gleichförmig, scheint also wie eine Lösung in ihnen vertheilt zu sein und läßt sich ihnen durch andere Lösungsmittel, wie z. B. Alkohol ꝛc. entziehen. Schon bei seiner ersten Entstehung in den jungen Organen erscheint es an das Protoplasma geheftet, sei es daß sich zuerst die geformten Träger desselben bilden und dann erst ergrünen, sei es, daß formlose Partien des Protoplasmas erst sich färben und dann zu geformten Bildungen sich differenziren; nie ist es vorher außerhalb des Plasmas zu finden. Daraus allein ist aber noch nicht zu erschließen, ob das Chlorophyll nur im Protoplasma entsteht aus Stoffen, die erst dorthin geführt werden, oder ob es eine Metamorphose eines Theiles des Protoplasmas selbst, also von Eiweißstoffen ist. Die chemische Natur des Chlorophylls würde keiner dieser beiden Modalitäten widerstreiten, denn die Bestandtheile desselben sind auch alle im Protoplasma vorhanden, auch geringe Eisenmengen nicht ausgenommen, die allverbreitet in der Pflanze vorkommen. Jedenfalls besteht eine Disposition des Protoplasmas in jeder Zelle, entweder Chlorophyll zu bilden oder nicht. Denn im Blatte entsteht das Chlorophyll nur in den Zellen des Mesophylls und in den Spaltöffnungszellen, nicht in den übrigen Epidermiszellen und in den Haaren, obgleich diese ebenfalls Protoplasma und aller Wahrscheinlichkeit nach auch die zur Chlorophyllbildung nöthigen Stoffe enthalten. Selbst in Mesophyllzellen kann die der Regel nach hier vorhandene Disposition zur Chlorophyllbildung aus inneren Ursachen fehlen. Dieses ist bei der spontanen Gelbsucht (ictĕrus) und Bleichsucht (chlorōsis) der Fall. Unter den Samen, die von einer und derselben gesunden Pflanze stammen, liefern oft einige, obgleich sie unter denselben normalen Bedingungen wie die übrigen ausgesäet worden sind, Pflanzen, die entweder ganz bleich- oder gelbsüchtig sind, oder sogenannte panachirte Blätter bekommen, an welchen grüne Stellen oder Streifen mit solchen von gelber oder bleicher Farbe abwechseln. Oder aus Adventivknospen am Stamme von Bäumen mit rein grünen Blättern entwickeln sich bisweilen Sprosse mit mehr oder weniger vollständig bleichsüchtigen Blättern, namentlich bei Roßkastanien. Solche gelb- oder bleichsüchtige Blätter zeigen zwar geformte Chlorophyllkörner im Protoplasma, aber von gelber Farbe oder ganz farblos; oder es ist sogar die Formbildung von Chlorophyllkörnern unterblieben. Diese spontane Gelb- und Bleichsucht, sowohl die totale wie die partielle, müssen als Varietätenbildung betrachtet werden; und damit steht auch im Einklange, daß durch Pfropfung panachirter Reiser auf nicht panachirte Unterlagen die Erscheinung auf die letzteren übertragen werden kann. Stark panachirte Pflanzen zeigen einen schwächlichen Ernährungszustand, und total chlorotische gehen frühzeitig ein, was sich aus dem Unterbleiben der Assimilation beim Mangel des Chlorophylls erklärt (§. 238.).

Zu den äußeren Bedingungen der Chlorophyllbildung gehören: 1) Licht. Normal grüne Pflanzentheile werden, wenn sie sich im Dunkeln entwickeln, nicht grün, sondern mehr oder weniger gelb, und das bezieht sich nicht nur auf die ganze Pflanze, sondern auch auf irgend einen Theil einer im Lichte wachsenden Pflanze, wenn nur dieser vor dem Zutritt des Lichtes geschützt wird, also auf den ein-

§. 249. zelnen Sproß, auf das einzelne Blatt und selbst auf einzelne Stellen eines Blattes. Diesen Krankheitszustand nennt man Etiolement, Vergeilen, Verspillern, Verschnaken. Wenn aber etiolirte Pflanzentheile dem Lichte ausgesetzt werden, so ergrünen sie in einem oder wenigen Tagen. Im Dunkeln bildet sich nämlich das Chlorophyll nicht in grüner Farbe, sondern in einer gelben Modification, welche Etiolin (§. 15.) genannt wird, die hier auch das Protoplasma oder die schon geformten Körner tingirt. Erst durch das Licht wird das Etiolin in Chlorophyll übergeführt, während beim Wachsen am Lichte der Farbstoff sogleich als grünes Chlorophyll erscheint. Eine Ausnahme machen nur die Coniferen, indem die im Dunkeln gekeimten Pflanzen schon ziemlich grün aussehen; aber auch hier ist die Farbe mehr ein Gelbgrün, welches erst am Lichte in gesättigtes Grün übergeht, auch kommen häufig wirklich etiolirte Coniferenkeimpflanzen vor, was bei den Lärchen im Dunkeln sogar allgemeine Regel ist; und endlich etioliren die aus den Knospen sich entwickelnden Coniferentriebe im Dunkeln ebenso vollständig wie bei anderen Pflanzen. Zum Ergrünen einer etiolirten Pflanze genügt noch diejenige sehr geringe Helligkeit, welche schon das Lesen kleinen Druckes nicht mehr gestattet. Am schnellsten erfolgt das Ergrünen in einem Lichte mittlerer Intensität, während es im direkten Sonnenlichte etwas langsamer geschieht. Unter den einzelnen farbigen Strahlen vermag jeder die Ergrünung zu bewirken; bei hoher Lichtintensität erfolgt sie schneller in den stärker brechbaren Strahlen (Blau und Violett), bei geringer Lichtintensität schneller in den minder brechbaren (Gelb und Roth). Im concentrirten Sonnenlichte dagegen, welches die Athmung so steigert, daß organisirte Gebilde zerstört werden (§. 253.), findet eine direkte Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes statt, indem die Chlorophyllkörner farblos werden; das gleiche geschieht im concentrirten Lichte auch mit einer alkoholigen Chlorophyllösung, in beiden Fällen aber nur bei Gegenwart von Sauerstoff. Auch schon starkes Sonnenlicht bewirkt vielfach ein Blasserwerden der Chlorophyllkörner in der lebenden Zelle, die dann im schwächeren Lichte wieder mehr ergrünen. 2) Die Temperatur beeinflußt die Chlorophyllbildung in der Weise, daß Pflanzen trotz Beleuchtung nicht ergrünen bei gewissen niederen und bei gewissen hohen Temperaturen, bei denen Wachsen noch möglich ist. Die untere Temperaturgrenze liegt für *Phaseolus multiflorus*, *Zea mais*, *Brassica napus* bei + 6 °C, für *Pinus pinea* bei 7—11 °C, die obere für die nämlichen Pflanzen bei + 33 °C, für *Allium cepa* oberhalb + 36 °C. 3) Von der Nothwendigkeit des Eisens unter den Nährstoffen zur Chlorophyllbildung ist oben S. 600 die Rede gewesen.

Das Chlorophyll wird, wenn es mit Säuren in Berührung kommt, gelb gefärbt und scheidet sich in gelben oder braunen Tropfen ab. Der so veränderte Farbstoff ist als Xanthophyll oder Hypochlorin (§. 212.) bezeichnet worden. Diese Wirkung haben sowohl Mineralsäuren, als auch organische Säuren, und es genügt dazu eine sehr verdünnte Säure, die nicht einmal durch den Geschmack mehr wahrnehmbar ist. Das Xanthophyll entsteht unter jener Bedingung nicht bloß im alkoholigen Chlorophyllauszuge, sondern auch in den lebenden Zellen. Letzteres kann erstens künstlich bewirkt werden, wenn man chlorophyllhaltige lebende Zellen durch Zusatz von Säure tödtet, weshalb alle lebenden grünen Pflanzentheile, wenn sie in saure Flüssigkeiten gelegt werden, schnell gelb oder mißfarbig gelbbraun werden. Unter denselben Gesichtspunkt fällt aber auch das natürliche Gelbwerden grüner Pflanzentheile beim Absterben, wobei die Todesursache eine sehr verschiedene sein kann. Es gehört nämlich hierher erstens die herbstliche Gelbfärbung des Laubes, überhaupt das Gelbwerden grüner Theile bei ihrem natürlichen Lebensende. Ferner das Gelbwerden der Pflanzen unter verschiedenen abnormen Verhältnissen und bei Krankheiten; so färben sich grüne Blätter, wenn die Pflanze dauernd ins Dunkele versetzt wird, nach einiger Zeit gelb und sterben ab; ebenso beginnt, wenn die Pflanze durch Trockenheit oder andere schädliche Einflüsse abstirbt oder von Parasiten befallen ist, häufig das Absterben der grünen Theile mit einer Verfärbung in Gelb. Diese Erscheinungen erklären sich alle dadurch, daß die meisten Zellen einen sauren Zellsaft enthalten, dessen Säure aber durch die diosmotischen Eigenschaften des lebenden Protoplasmas am Eindringen in dasselbe

und in die Chlorophyllkörner gehindert wird, und daß vor dem Absterben der Zelle das Protoplasma diese Eigenschaften ändert und für die Säure permeabel wird, worauf die Umwandlung des Chlorophylls in Xanthophyll sich vollzieht. Denn es läßt sich zeigen, daß nur in Zellen, deren Säfte sauer sind, diese Wirkung eintritt, in anderen aber unter denselben Umständen ausbleibt, und daß immer erst das beginnende Absterben die Bedingung dieser Veränderung ist. Daher ist auch die Verfärbung des Chlorophylls in Gelb nicht eine unmittelbare Wirkung jener verschiedenartigen Agentien auf das Chlorophyll, sondern immer nur der durch letztere bedingten Veränderungen der Eigenschaften des lebenden Protoplasmas. Insbesondere ist also die Zerstörung des Chlorophylls im Dunkeln nicht so zu erklären, daß zur Erhaltung des einmal gebildeten Chlorophylls das Licht nothwendig sei; denn ebenso wie eine alkoholige Chlorophyllösung im Dunkeln sich unverändert erhält, bleibt auch in manchen Pflanzen, z. B. in *Elodea* das Chlorophyll im Dunkeln monatelang erhalten, eben weil diese Pflanze bei Entziehung des Lichtes sehr lange am Leben bleibt, während in den meisten anderen Pflanzen Verdunkelung schon nach einigen Tagen ein allmähliches Absterben und damit Gelbfärbung zur Folge hat. Bei vielen Pflanzen, z. B. beim Getreide, hat eine geringe Helligkeit schon dieselbe Wirkung wie Dunkelheit. §. 249.

Die anderen Farbstoffe. Unter diesen giebt es eine Anzahl, welche sich insofern dem Chlorophyll gleich verhalten, als sie wie dieses immer nur an Protoplasma oder an geformte Theile desselben gebunden entstehen. Aber auch von diesen ist es unbekannt, ob bei ihrer Bildung das Protoplasma sich selbst stofflich betheiligt oder nur der Ort der Entstehung ist. Unter diesen steht das Anthoxanthin (§. 212.), welches die rothe Farbe der meisten saftigen Früchte, wie der von *Solanum dulcamara*, *Capsicum*, *Physalis*, *Lycium* ꝛc., bedingt, mit dem Chlorophyll in genetischer Beziehung. Denn diese Früchte sind anfangs grün und enthalten in ihren Zellen Chlorophyllkörner, welche sich allmählich durch Gelb in Roth verfärben, was die gleiche Farbenwandlung an der reifenden Frucht hervorbringt. Doch entsteht weiterhin in diesen Früchten der rothe Farbstoff direkt, ohne vorher Chlorophyll gewesen zu sein, indem die rothen Anthoxanthinkörper sich gegen die Reife hin bedeutend vermehren, so daß schließlich die größte Menge des Farbstoffes durch Neubildung entstanden ist. In anderen Fällen scheint gar keine Beziehung zum Chlorophyll zu bestehen; so bei den rothen Anthoxanthinkörpern in den Mohrrüben, desgleichen bei den mehr gelbrothen oder gelben Farbstoffkörpern der Crocus-Narben und der gelben Blumenblätter. Auch diejenigen purpurrothen, blauen oder violetten Farbstoffe vieler Blüten, welche ebenfalls an protoplasmatische Körper in den Zellen gebunden sind, entstehen direkt, ohne genetische Beziehung zum Chlorophyll. Die Pigmente, welche bei den Algen außer dem Chlorophyll sich finden, sind mit dem Chlorophyll gemengt an das Protoplasma oder an geformte Bildungen desselben gebunden; aber es ist keine genetische Beziehung zwischen beiden Farbstoffen bekannt.

Rother, violetter oder blauer Farbstoff, im Zellsafte aufgelöst, sogenanntes Anthocyan (§. 212.) hat eine weite Verbreitung im Pflanzenreiche. Er entsteht immer direkt als farbige Lösung im Zellsafte; eine Beziehung zum Chlorophyll ist nicht nachweisbar. Viele grünen Pflanzentheile verdanken ihre Röthung, die sie entweder zeitlebens oder nur im jugendlichen Zustande oder nur im Herbste oder Winter zeigen, dem Anthocyan, welches dann häufig in der chlorophyllfreien Epidermis und in Haarzellen, nicht selten aber zugleich auch in den chlorophyllführenden Mesophyllzellen des Blattes auftritt. Durch diesen Stoff ist ferner auch die Farbe vieler Blumenblätter und anderer Blütentheile, sowie die vieler Früchte, wie das Roth der Aepfel und Birnen, das Roth oder Blau der Kirschen, Pflaumen, Weinbeeren, Heidelbeeren bedingt. Die rothe oder violette Farbe deutet hier auf gleichzeitige Anwesenheit von Säure in der Farbstofflösung. Daher kann man solche Blüten durch eine Spur von Ammoniak blau färben. An manchen Pflanzen vollzieht sich dieser Wechsel von selbst; so blühen *Pulmonaria*, *Echium* und andere Borragineen roth auf und werden dann blau.

Einige Farbstoffe haben in der Zellmembran ihren Sitz, so besonders in vielen farbigen Hölzern, in der Außenhaut der Membranen des Pollens und der Sporen ꝛc.

Sie scheinen direkt in den Membranen zu entstehen; doch ist über ihre Bildung nichts näheres bekannt.

Ueber die Beeinflussung der Bildung der anderen Farbstoffe, welche nicht Chlorophyll sind, wissen wir Folgendes. Wie beim Chlorophyll so ändern sich auch hier die Farben oft durch bloße Variabilität, also unter gleichbleibenden äußeren Verhältnissen. So giebt es bekanntlich weiße und farbig blühende Varietäten und Sorten bei einer und derselben Species, wobei entweder die farbige Blüte die normale ist, wie bei den Glockenblumen, Astern, Veilchen ꝛc., oder die weiße, wie beim Tausendschön. Manche Pflanzen zeigen eine große Mannichfaltigkeit in der Aenderung ihrer Blütenfarben, wie die Hyacinthen, Georginen, Stiefmütterchen. Andere nehmen nur viel schwerer, manche gar nicht andere Blütenfarben durch Variabilität an. Ferner giebt es auch Varietäten mit ungleichfarbigen Früchten, wofür der rothe und weiße Wein, die Birnen, Aepfel, Kürbis, Melonen ꝛc Beispiele liefern. Auch die grünen Blätter erleiden durch Variation einen Wechsel der Farbe; dahin gehören die rothblättrigen Spielarten, wie die Blutbuche, der rothe *Amarānthus*, der Rothkohl ꝛc., desgleichen die buntblättrigen Varietäten mancher Zierpflanzen, besonders der *Begonīa*, wo überall das Anthocyan in seinen verschiedenen Nuancen die Färbungen bedingt. Endlich giebt es auch Sorten mit verschiedenfarbigen unterirdischen Theilen, wie die rothen Kartoffeln, Rüben ꝛc. — Unter den äußeren Verhältnissen, welche auf die Bildung der genannten Farbstoffe von Einfluß sind, kommt besonders das Licht in Betracht. Unabhängig vom Lichte ist jedenfalls die Bildung der Farbstoffe vieler Blüten, denn z. B. rothe Tulpen, rothe Hyacinthen, die blaue *Scilla amoena* bringen ebenso schön gefärbte Blüten, wenn diese sich gänzlich im Dunkeln entwickeln. Wohl aber fallen manche blaue und violette Blüten im Dunkeln blasser aus als im Lichte; so bei blauen Hyacinthen, bei *Orchis*, *Pulmonaria*, *Prunella*, *Antirrhinum majus*, *Silene pendula*. Ferner sind vom Lichte unabhängig, weil auch im Dunkeln sich bildend, das rothe Anthoxanthin der saftigen Früchte und die rothen Zellsäfte unterirdischer Theile. Dagegen zeigen eine entschiedene Abhängigkeit vom Lichte, die rothen Zellsäfte vieler oberirdischen Organe. Hierher gehört das Rothbackigwerden der Aepfel und Birnen an der Lichtseite. Ferner die Röthung, welche an vielen grünen Theilen besonders im jugendlichen Zustande, sowie die, welche als herbstliche Färbung am Laube mancher Pflanzen, z. B. bei *Ampelopsis* und als Röthung wintergrüner Theile sich einstellt. Hier ist nämlich allemal die Lichtseite bevorzugt oder allein gefärbt; und an sehr frei belichteten Standorten ist diese Röthung am stärksten, während sie im Schatten ganz ausbleiben kann. Niedere Temperatur begünstigt die Wirkung des Lichtes auf die Erzeugung dieses Farbstoffes auffallend, wie man an der starken Röthung vieler jungen grünen Theile bei kühler Frühlingswitterung bemerkt, und was wohl auch bei der herbstlichen und winterlichen Röthung sich ausspricht. Die Beziehung der Bodenbeschaffenheit zur Bildung der Blütenfarben ist noch sehr ungenügend erforscht. *Hortensia*, die ursprünglich in Japan blaue Blüten hat, bekommt bei uns rothe Blüten, die aber durch Bodeneinflüsse wieder blau werden können. Eisen, sowie Alaun, denen man hierbei eine Wirksamkeit zugeschrieben hat, zeigen doch keine strengen Beziehungen dazu. Beim Frühtreiben hat man blauen Flieder mit lauter weißen Blüten bekommen.

5. Wanderung der Pflanzenstoffe.

§. 250. I. **Wanderung der organischen Stoffe.** Die vollkommneren Pflanzen, bei denen nicht wie bei den einzelligen Pflanzen alle Lebensfunktionen in einer und derselben Zelle sich vollziehen, haben besondere Organe, in denen die Assimilation der rohen Pflanzennahrung zu organischen Verbindungen stattfindet, sowie meist auch besondere Organe, in denen solches assimilirtes Material vorübergehend als Reservestoff magazinirt wird, um später anderwärts für Neubildungen verwendet zu werden. Es macht sich also hier eine Wanderung der Stoffe von einem Organe in ein anderes nothwendig. Da die chlorophyllhaltigen Organe, also insbesondere die grünen Blätter die Stätten der Assimilation sind, so muß von diesen aus eine

Wanderung der assimilirten Stoffe nach den Verbrauchsorten stattfinden, also nach §. 250.
den Knospen, den Blüten und Früchten, nach den Wurzeln und bei den Holzpflanzen mit Dickewachsthum auch nach dem Cambium des Stammes und seiner Zweige, weil eben dort überall zur Bildung neuer Zellen immer frisches Material gebraucht wird. Zu den Verbrauchsorten müssen wir aber in der Zeit, wo die Pflanze in der Assimilationsthätigkeit sich befindet, auch diejenigen Organe rechnen, in denen Reservenährstoffe aufgespeichert werden; als solche werden wir unten näher kennen lernen die Samen, die unterirdischen perennirenden Organe, als Wurzeln, Rhizome, Knollen, Zwiebeln, sowie bei den Holzgewächsen den Holzkörper der ganzen Pflanze. Umgekehrt wird, wenn die Pflanze aus dem Ruhezustande wieder zu neuer Lebensthätigkeit erwacht, eine Wanderung des plastischen Materiales aus den eben genannten Reservestoffbehältern nach den neu sich bildenden Organen hin stattfinden. Thatsächlich ist auch an den Orten des Verbrauches eine Anhäufung plastischer Stoffe zu beobachten. An den Punkten, wo Bildung und Wachsthum neuer Theile stattfindet, also in den Vegetationspunkten der Wurzeln und in denjenigen der Stengel, sowie in den dort befindlichen jungen Blattanlagen ist das Zellgewebe noch im Meristemzustande, und die in reger Theilung begriffenen zartwandigen Zellen sind hier durch ihren reichen Gehalt an Protoplasma, also an Proteïnstoffen ausgezeichnet, während eine Anhäufung von stickstofffreiem plastischen Materiale, wie etwa von Stärkemehl oder Glykose, in dieser jüngsten Region noch nicht zu bemerken ist. Die etwas ältere, dem Vegetationspunkte zunächst angrenzende Region bezeichnet den Beginn ansehnlicher Zellstreckung, wo die anfänglich kleinen Zellen allmählich ihre definitive Größe erreichen und ihre bald stärkere bald schwächere Membranverdickung annehmen. Entsprechend dem hier eintretenden enorm gesteigerten Bedarfe an Kohlenhydraten zur Bildung von Cellulose zeigt sich in den Zellen dieser Region eine massenhafte Zuleitung solchen Materiales, welche sich in der vorübergehenden Anhäufung kleinkörnigen Stärkemehles in den wachsenden Parenchymzellen daselbst kundgiebt, während die Proteïnstoffe eine weitere Anhäufung nicht mehr erfahren, der Gehalt an Protoplasma in diesen nun viel größer gewordenen Zellen relativ geringer erscheint. Mit Erreichung der definitiven Größe und des Dauerzustandes dieser Zellen ist endlich auch jene Stärke größtentheils wieder verschwunden, weil zur Bildung von Zellmembran verbraucht (S. 619). Es scheint also schon in die jugendlichsten Organe der wesentlichste Theil des für das ganze spätere Leben des Organes ausreichenden Quantums stickstoffhaltiger Körper einzutreten, und die Einwanderung des stickstofffreien Materiales erst etwas später mit dem Beginn des Bedarfes desselben zur Zellstreckung zu erfolgen. Ueber die Ursachen, welche die plastischen Stoffe nach den Orten ihres Verbrauches hin in Bewegung setzen, sind wir zwar ungenügend unterrichtet, doch muß jedenfalls der Verbrauch als das Bedingende betrachtet werden. Der Verbrauch von Stoffen in einem Organe übt eine rückgreifende anziehende Wirkung auf entsprechende Stoffe in einem davon entfernten Organe. So bedingt das Austreiben der Keimtheile eine Auflösung und Auswanderung der Reservestoffe aus den Samen; und wenn Knospen schon im Herbste statt im Frühjahre, oder auch mitten im Winter durch Einführung eines Zweiges in ein Warmhaus austreiben, so bewirkt dies auch zu jener Zeit eine Auflösung der Reservestoffe im Zweige.

Die Wanderung der organischen Stoffe geschieht überall da, wo es sich um Pflanzen mit differenter Gewebebildung handelt, in besonderen Zellgeweben, welche wir als die *leitenden Gewebe* bezeichnen und die wir immer in einer solchen Anordnung in der Pflanze finden, daß durch sie die Entstehungs- beziehendlich Magazinirungsorte mit den Verbrauchsorten verbunden sind. Es sind dies nämlich die Fibrovasalbündel nebst dem diese umgebenden Parenchym. Die Anatomie der Pflanzen zeigt, daß in der That diese Gewebe continuirliche Bahnen durch den Pflanzenkörper bilden, in den Spitzen aller Wurzelzweige beginnen, im Stamme sich vereinigen und von hier in die Blätter, auch in die Zweige, nach den Blüten und Früchten verlaufen (§. 56.). Daß in diesen Geweben die plastischen Stoffe wandern, ergiebt sich erstens aus der mikrochemischen Prüfung, bei welcher die betreffenden Gewebe mit den in Wanderung begriffenen Stoffen erfüllt gefunden werden, und zweitens aus den Erfolgen, welche eintreten, wenn diese Gewebe durch einen Ringelschnitt am Stamme unterbrochen werden.

§. 250. Bei der Wanderung der plastischen Stoffe gehen die stickstofffreien und die stickstoffhaltigen in getrennten Bahnen nebeneinander. Die ersteren erscheinen auf Wanderung in den die Fibrovasalstränge umgebenden Parenchymzellen. Dieselben sind nämlich durch ihren meist an Stärkekörnchen, wohl auch an Glykose, bisweilen auch an Oeltröpfchen reichen Inhalt ausgezeichnet. Die dadurch charakterisirte Scheide von Parenchymzellen um die Fibrovasalstränge hat man deshalb als Stärkescheide oder Stärkering bezeichnet. Bei den Monokotyledonen, wo die Fibrovasalstränge zerstreut im Grundgewebe stehen, wird in der Regel jeder Fibrovasalstrang von einer besonderen Stärkescheide umgeben. Bei den Dikotyledonen, deren Gefäßbündel in einem Kreise stehen, wird derselbe oft von einem einzigen Stärkering umgeben, welcher dann aus den inneren Zellen der Rinde besteht; auch die dem Gefäßbündelkreise angrenzenden Zellen des Markes betheiligen sich oft an dieser Rolle. Bei reichlichem Transporte stickstofffreien Materiales findet man alle Zellen des Parenchyms, Rinde wie Mark, mit Stärkekörnern erfüllt. In den Zweigen und Stämmen der Holzpflanzen werden diese Stoffe außer in dem erwähnten Stärkeringe der Rinde vornehmlich in den parenchymatischen Geweben des Holzkörpers, also in den Markstrahlen und in den Holzparenchymsträngen transportirt. Die stickstoffhaltigen plastischen Stoffe, welche wir in Form von Proteïnkörpern und zum Theil wohl auch in derjenigen von Amiden wandern sehen, nehmen dagegen ihren Weg im Phloëm, Weichbast oder Siebtheil der Fibrovasalstränge (§. 55.). Dieses Gewebe besteht aus zartwandigen, langgestreckten, ziemlich engen, ringsum geschlossenen Zellen, den Cambiformzellen und aus den Siebröhren, welche von jenen durch bedeutende Weite und namentlich durch ihre siebförmig durchlöcherten Querplatten sich unterscheiden (Fig. 632.). Beide sind reich an Saft, welcher aus schleimiger protoplasmatischer Masse und gelösten Eiweißkörpern besteht; doch sind die stickstofffreien Verbindungen nicht absolut ausgeschlossen, denn in den Siebröhren sind auch oft einige kleine Stärkekörnchen, wohl auch Oeltröpfchen und etwas Glykose zu finden. Die Siebplatten der Siebröhren stellen wirklich offene Poren dar; im Herbste werden die letzteren vielfach verschlossen durch Wucherungen der Siebplatte, die mit erwachender Vegetation wieder verschwinden. Häufig sammelt sich der plasmatische Inhalt an der Siebplatte an, wahrscheinlich wegen der Hemmung, die hier dem Durchtritt entgegengesetzt wird. Denn es scheint, daß der schleimige protoplasmatische Stoff, welcher kaum durch eine geschlossene Membran diosmirbar ist, als solcher die Siebplatte langsam passirt und in die Siebröhren wandert. Auch die langgestreckte Form der Cambiformzellen, durch welche die Durchwanderung von Querwänden möglichst vermieden wird, scheint dem Transport der schwer diosmirenden Eiweißstoffe angepaßt zu sein. Während wie bemerkt mit dem stickstoffhaltigen Materiale zusammen auch etwas von stickstofffreien Verbindungen wandert, findet sich auch in den parenchymatischen Zellen zusammen mit den hier hauptsächlich in Wanderung begriffenen stickstofffreien Körpern etwas stickstoffhaltiges Material. So besonders bei *Lupinus* und anderen Papilionaceen, wo ein Theil der Eiweißstoffe des Samens in Form von Asparagin aus diesen auswandert, und zwar mit den stickstofffreien Körpern in den parenchymatischen Zellen, was sich mit der leichten Diosmirbarkeit dieses Amides wohl verträgt. Als leitendes Gewebe für plastische Stoffe könnten auch noch die Milchsaftröhren

Fig. 632.
Zwei Siebröhren von *Cucurbita pepo*.
q q die Siebplatten, st st die auf denselben angehäufte Schleimmasse, die einer etwas von der Siebplatte abgehoben. ps ps die in der unteren Zelle der beiden Siebröhren enthaltene Schleimmasse. l Siebporen an der Seitenwand einer Siebröhre. z Cambiformzelle zwischen den Siebröhren. 350fach vergrößert. Nach Sachs.

(§. 46.) und Milchsaftkanäle (§. 48.) in Betracht kommen, denn diese begleiten §. 250.
in der Regel die Fibrovasalstränge oder befinden sich im Phloëm derselben, hier bisweilen die Siebröhren vertretend, und enthalten Milchsaft, d. h. eine Flüssigkeit, welche Gummi, Glykose, auch Gerbstoffe, Alkaloïde ꝛc. gelöst und in Form einer milchigen Emulsion Harze, ätherisches Oel und Kautschuk, auch wohl Fette oder Stärkekörner suspendirt enthält. Wenn es nun auch nicht von allen diesen Stoffen, insbesondere nicht vom Harz, ätherischen Oel und Kautschuk feststeht, daß sie von der Pflanze wieder als nutzbares Material in den Stoffwechsel aufgenommen werden können, so spricht doch für die Vermuthung, daß der Milchsaft für die Pflanze plastisches Material liefern kann, die Thatsache, daß man in mehreren Fällen bei Nahrungsmangel, nämlich beim Wachsen im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Luft am Lichte, die Trübung des Milchsaftes hat schwinden, und bei Eintritt normaler Ernährungsverhältnisse wiederkehren sehen.

Auch die Erfolge der Ringelungsversuche an den Stengeln geben über die leitenden Gewebe Aufschluß. Das einfachste Verhältniß zeigen Stengel von dem gewöhnlichen Baue der Dikotyledonen, wo das Phloëm in einer ringförmigen Zone außerhalb des Holzkörpers liegt. Hier kann man durch einen bis auf das Holz geführten Ringschnitt das Phloëm, also das die stickstoffhaltigen Verbindungen leitende Gewebe vollständig unterbrechen. Für die oberhalb einer solchen Ringelungsstelle gelegenen Theile hat diese Operation direkt keinen schädlichen Einfluß, weil durch den stehengebliebenen Holzkörper Wasser nach den Blättern geleitet wird. Nimmt man die Ringelung vor an einem Stamme oder Zweige unterhalb der laubtragenden Region, so handelt es sich um ein Organ, in welchem die in den Blättern gebildeten plastischen Stoffe in der Wanderung nach abwärts begriffen sind und dem Stamme und den Wurzeln zur Nahrung zugeführt werden. Daher ist denn auch der Erfolg der, daß an dem oberen Wundrande gewissermaßen eine Aufstauung des plastischen Materiales stattfindet, welche sich in einer gesteigerten Bildung daselbst ausspricht. Am oberen Wundrande erfolgt nämlich ein lebhafteres Dickewachsthum, welches einen Verdickungswulst daselbst erzeugt; auch bilden sich hier, wenn der Theil in feuchter Umgebung sich befindet, Wurzeln, was beides am unteren Wundrande unterbleibt. Wenn man beblätterte Zweige abschneidet, in der Nähe des unteren Endes ringelt und ins Wasser setzt, so bilden sich unter der Ringelung keine oder nur wenige, bald im Treiben nachlassende Wurzeln, während am Wundrande oberhalb der Ringelung eine kräftige Bewurzelung eintritt. Je kürzer das unter der Ringelung befindliche Stück ist, desto sicherer bleiben dort alle Neubildungen aus; je länger es ist, desto mehr können aus den darin von Anfang an vorhandenen plastischen Stoffen noch einige Neubildungen entstehen. Wenn aber unter der Ringelung noch Zweige mit grünen Blättern sich befinden, so tritt keine solche Differenz der Neubildungen zwischen dem über und unter der Ringelung gelegenen Theile auf, weil dann auch den unteren Partien plastische Stoffe zugeführt werden können. Die gewöhnliche Erscheinung, daß bei der Ringelung der Stämme der obere Wundrand die stärkere Ernährung zeigt, hat schon seit Malpighi die Annahme eines sogenannten absteigenden Bildungssaftes veranlaßt. Wir wissen jetzt, daß es sich dabei nur um die Wanderung gewisser plastischen Stoffe handelt, die in jenen Fällen allerdings in absteigender Richtung erfolgt. Doch kann die Richtung der Wanderung auch eine andere sein, wenn der Ort des Verbrauches ein anderer ist. Wenn nämlich Zweige unterhalb ihrer oberen Knospen oder der Blüten- oder Fruchtstände geringelt werden, so unterbleibt die weitere Ausbildung dieser Theile, weil sie in aufsteigender Richtung wanderndes plastisches Material beanspruchen. In allen diesen Fällen ist durch die Ringelung nur dasjenige leitende Gewebe, welches den stickstoffhaltigen Körpern als Weg dient, unterbrochen. Denn das stickstofffreie Material wird, wie oben bemerkt, auch im Marke und in den parenchymatischen Zellen des Holzkörpers geleitet, die bei der Ringelung nicht unterbrochen sind. Dieses läßt sich auch direkt beweisen, wenn man im Frühjahre, wo die als Reservematerial im Holzkörper aufgespeicherte Stärke aufgelöst und nach den Knospen weiter transportirt wird, am Stamme einen Rindering herausschneidet; in diesem Falle verschwindet trotzdem die Stärke auch aus dem unterhalb der Ringelung

befindlichen Stammstücke. Die oben erwähnten Ringelungsversuche zeigen also, daß die ungehinderte Zufuhr stickstofffreien Materiales allein nicht genügt, um die Pflanzentheile genügend zu ernähren, sondern daß es dazu nothwendig der gleichzeitigen Zufuhr stickstoffhaltiger Substanzen bedarf. Dies erklärt sich einfach aus dem Umstande, daß zur Bildung einer jeden neuen Zelle, weil dieselbe ohne Protoplasma nicht denkbar ist, stickstoffhaltiges Material unentbehrlich ist. — Es giebt nun aber auch eine Anzahl Pflanzen, bei denen der anatomische Bau nicht derart ist, daß durch einen Rindering das gesammte Phloëm unterbrochen wird. Dieses ist erstens bei den meisten Monokotyledonen der Fall, weil bei diesen die Fibrovasalstränge nicht in einem Kreise, sondern zerstreut stehen (§. 56.), zweitens bei mehreren Dikotyledonen, welche außer dem gewöhnlichen Gefäßbündelkreise noch sogenannte markständige Fibrovasalstränge haben, wie die Piperaceen und Nyctagineen, oder bei denen die Gefäßbündel auch an der Markseite des Holzringes Siebtheile besitzen, die also bei der Ringelung nicht getroffen werden, wie bei den Cucurbitaceen, Solanaceen, Asclepiadeen, Apocyneen, Cichoriaceen. Bei diesen Pflanzen hat darum auch die Ringelung des Stammes nicht den gewöhnlichen Erfolg, daß die plastischen Stoffe oberhalb der Wunde zurückgehalten werden und dort zu Neubildungen Veranlassung geben, sondern hier gehen die letzteren auch unterhalb der Ringelung vor sich.

§. 251. II. **Wanderung der Aschebestandtheile.** Bei allen höheren Land-Pflanzen, welche die aus dem Boden stammenden mineralischen Nährstoffe wesentlich nur mittelst bestimmter Organe, nämlich mittelst der der Auffaugung wässeriger Nahrung allein vorstehenden Wurzelenden aufnehmen können, macht sich eine Wanderung der Aschebestandtheile von diesen Punkten aus nach allen Verbrauchsorten nothwendig. In welchen Geweben und in welcher chemischen Form diese Stoffe wandern, ist noch keineswegs befriedigend bekannt, besonders weil eine mikrochemische Nachweisung hier viel schwieriger ist als bei den organischen Stoffen. Wir wissen zwar, daß das von den Wurzeln aufgenommene Wasser im Holzkörper seinen aufsteigenden Weg nimmt, und daß der durch den Blutungsdruck aus dem Holze ausfließende aufsteigende Saft verschiedene Aschebestandtheile enthält, so daß wohl nicht gezweifelt werden darf, daß mit dem aus dem Boden aufgenommenen Wasser auch darin gelöste mineralische Stoffe auf dem bezeichneten Wege wandern. Aber wir wissen nicht, ob nicht schon auf diesem Wege ein Theil der aufgenommenen Aschebestandtheile zur Bildung neuer Organe und Stoffe verwendet wird, oder ob sie erst mit den plastischen Stoffen von den Orten aus, wo diese ihre Wanderung beginnen, zur Vertheilung in der Pflanze gelangen. Ebenso wenig ist etwas Genaueres darüber bekannt, ob sie in der unorganischen Form, in welcher sie aufgenommen wurden, wandern oder erst nachdem sie mit organischen Pflanzenstoffen in nähere Verbindung getreten sind. Nur das, was über die Zunahme und Abnahme der einzelnen Aschebestandtheile in einem und demselben Organ während der Entwickelung der Pflanze bekannt ist, gestattet einige Schlüsse auf die Wanderung derselben. Man darf allgemein sagen, daß die Aschebestandtheile in ihrer Gesammtheit, ohne Rücksicht auf bestimmte einzelne Elemente, sich während der Entwickelung der Pflanze in den Blättern anhäufen, daß der Aschegehalt in den jugendlichen Blättern gering ist und von da an stetig zunimmt bis zum Tode dieser Organe, sowohl bei den Kräutern wie bei den Holzpflanzen. So fand man z. B. die Aschenmenge in Rothbuchenblättern vom Frühjahr bis Herbst von 4,67 auf 11,42 % der Trockensubstanz steigen. Allein diese Steigerung kommt nur auf Rechnung gewisser Elemente, namentlich von Calcium und Silicium, während die übrigen ein anderes Verhältniß zeigen. Den jugendlichen Pflanzentheilen, also besonders den Knospen und jungen Blättern werden in großer Menge Kalium, Phosphorsäure und auch Magnesium sowie Schwefelsäure zugeführt, so daß jene Organe die an diesen Stoffen reichsten sind. Aber mit zunehmendem Alter der Blätter wird ihr Gehalt daran successive geringer; diese Stoffe wandern aus und häufen sich dort an, wo um diese Zeit Neubildungen stattfinden, nämlich in Knospen, Blüten, Früchten und Samen oder in anderen Reservestoffbehältern, bei den Bäumen auch im Splintholze, im Cambium und im Phloëm. Bei den einjährigen Pflanzen sehen wir während der Periode der

Samenreifung, wo der größte Theil der mineralischen Nährstoffe bereits in die Pflanze aufgenommen worden ist, aus allen Theilen, nicht bloß aus den Blättern, sondern auch aus den Stengeln und Wurzeln Kalium, Phosphorsäure und Magnesium größtentheils auswandern und in den Samen sich anhäufen. Anders dagegen verhalten sich das Calcium und, wo dieses vorkommt, das Silicium. Der Gehalt an diesen Stoffen nimmt im Blatte auch von der Jugend an zu, aber stetig, so daß keine Rückwanderung später eintritt. Darum sind, wie bemerkt, diese beiden Elemente vorwiegend diejenigen, welche den bis zum Tode steigenden Aschengehalt der Blätter bedingen. Auch bei der Wanderung der Reservestoffe aus den keimenden Samen tritt dieses Verhältnis unter den einzelnen Aschebestandtheilen zu Tage. So enthalten bei der Keimung von *Phaseolus* die schon im Einschrumpfen begriffenen Kotyledonen von der ursprünglich vorhandenen Phosphorsäure nur noch $^1/_4$, von Kalium und Magnesium nur noch $^1/_3$, während von dem anfänglich vorhandenen Calcium noch die Hälfte zurückgeblieben ist. Dieses verschiedene Verhalten der einzelnen Aschebestandtheile bei ihrer Wanderung in der Pflanze findet seine Erklärung offenbar darin, daß Phosphorsäure, Schwefelsäure und Magnesium bei der Bildung der Eiweißkörper, Kalium aber wahrscheinlich bei derjenigen der Kohlenhydrate nothwendig betheiligt sind, daher aus den Theilen, in welchen diese organischen Verbindungen nicht mehr gebildet werden oder aus denen sie auswandern, ebenfalls fortgeführt werden nach denjenigen Organen hin, wo sie zu jenen Zwecken wiederum in Anspruch genommen werden, daß dagegen das Calcium an dieser Rolle unzweifelhaft nicht theilnimmt, sondern vielleicht nur die Aufgabe hat, Phosphor- und Schwefelsäure in Form von Kalksalzen nach den Orten ihrer Verwendung zur Bildung der Eiweißstoffe zu führen, um dann, an organische Säuren gebunden in den Geweben ohne weitere Verwendung liegen zu bleiben (§. 241.).

III. **Die Reservenährstoffe.** In demjenigen Zustande, in welchem eine Pflanze §. 252. keine Ernährungs- und Assimilationsorgane besitzt, oder in welchem die letzteren noch nicht ihre funktionsfähige Entwickelung erreicht haben, kann das zum Wachsthum erforderliche plastische Material nicht durch Ernährung und Assimilation gewonnen werden; wir finden es in diesem Falle als Reservenährstoff vorgebildet und in gewissen Theilen der in Vegetationsruhe befindlichen Pflanze abgelagert. In diesem Falle wird dasselbe vorher, nämlich wenn die Pflanze noch in Vegetationsthätigkeit begriffen ist, den betreffenden Magazinirungsorten zugeleitet, sammelt sich dort an, bleibt während der Ruheperiode dort aufgespeichert und wird beim Wiedererwachen der Vegetation den neu sich bildenden Theilen zugeführt, indem die Reservestoffbehälter wieder entleert werden. In jenem Zustande befindet sich die Pflanze erstens zur Zeit, wo sie im Samen als Embryo eingeschlossen ist, der bei der Keimung nicht eher sich selbst ernähren kann, als bis seine Organe sich in dem hierzu erforderlichen Grade entwickelt haben, und bei den Kryptogamen im Zustande der Spore; zweitens bei den Stauden in der Zeit der Winterruhe, wo nur die perennirenden unterirdischen Organe (Wurzelstöcke, Knollen, Zwiebeln), aber meist keine chlorophyllhaltigen oberirdischen Organe vorhanden sind; drittens die Holzpflanzen zur Winterszeit, wo sie meist ohne grüne Blätter, also ebenfalls ohne Assimilationsorgane sind.

1) Reservenährstoffe der Samen. Nachdem die Samenknospen im Fruchtknoten der Blüten befruchtet sind, vergrößern sie sich bedeutend und werden zu den Samen, wobei sich nicht bloß der Embryo entwickelt, sondern auch die für die einstige Weiterernährung des letzteren erforderlichen plastischen Stoffe in ansehnlicher Quantität angehäuft werden. Als Reservestoffbehälter dient in den meisten Samen (den sogenannten eiweißhaltigen Samen) das Sameneiweiß oder Endosperm, ein gleichförmiges, aus lauter parenchymatischen Zellen bestehendes Gewebe, welches nicht zum Embryo gehört, sondern diesem anliegt oder ihn umgiebt (Fig. 633.); bei anderen Pflanzen (den sogen. eiweißlosen Samen) sind die Reservenährstoffe im Embryo selbst und zwar vorwiegend in den dann meist voluminös entwickelten, parenchymatösen Keimblättern oder Kotyledonen enthalten (Fig. 636, 637.). Die Reservenährstoffe der Samen sind erstens allgemein Eiweißstoffe, die aber chemisch in verschiedenen Formen auftreten, bald vorwiegend als Kleber, bald als Caseïne (§. 209.). Sie erscheinen in den Zellen der genannten Gewebe als geformte

§. 252.

Fig. 633.

Weizenkorn im Durchschnitte.

o Endosperm; im Grunde desselben der Keimling k, welcher rechts besonders dargestellt ist in anderer Lage, k das einzige Keimblatt, welches das Knöspchen ganz umhüllt. a eine nebenblattartige Bildung des Keimblattes. s das Schildchen, bei den Gräsern ein dem Rücken des Keimblattes angewachsener Körper, welcher dem Endosperm anliegt und dieses bei der Keimung aufsaugt. w die Hauptwurzel, w_1 die ersten Nebenwurzeln, welche sich später allein entwickeln.

Fig. 634. **Gekeimter Weizen.**

s das Korn, in welchem das Endosperm sammt dem Schildchen eingeschlossen bleibt (vergl. Fig. 633.). w die Nebenwurzeln. e das einzige scheidenförmige Keimblatt, an dessen Spitze das erste grüne Blatt b hervorgetreten ist.

Fig. 635.

Durchschnitt durch den äußeren Theil eines **Weizenkornes**; 300fach vergrößert.

c, a, b verschiedene Zellschichten, welche zusammen die Schale des Kornes bilden. Bei c beginnt das Endosperm; die äußerste Zellschicht desselben c ist die sogenannte Kleberschicht, deren Zellen ausschließlich mit zahlreichen kleinen Aleuronkörnern erfüllt sind. d und alle folgenden, hier nicht dargestellten Zellen sind mit Stärkekörnern dicht erfüllt.

Aleuron- oder Proteïnkörner (§. 37.), bald von abgerundeter Form, bald [illegible] von Krystallorden; manche enthalten Einschlüsse, entweder Krystalle oder sogen. Globoïde, sphärische Gebilde, die aus organischer [illegible] und Magnesia nebst einer gepaarten Phosphorsäure bestehen. Die [illegible] der Samen sind je nach Pflanzenfamilien von un-

gleicher chemischer Qualität: Stärkemehl bei den Gramineen (also auch sämmtlichen Getreidearten), Cyperaceen, Polygoneen, Caryophyllinen, manchen Papilionaceen ꝛc.; fettes Oel dagegen bei $^9/_{10}$ aller Pflanzenarten; Cellulose in Form von Verdickung der Zellmembranen in wenigen Fällen, z. B. im Endosperm von *Phoenix* und anderer Palmen, bei den Primulaceen ꝛc. Bei der Keimung werden die genannten Stoffe in den Keimling übergeführt. Wo Endosperm als Reservestoffbehälter funktionirt, wird diese Ueberführung durch die Kotyledonen vermittelt. Meistens stecken diese im Endosperm wie in einer Tasche, welche sie später mit der Samenschale abstreifen, wie beim Buchweizen, Ricinus ꝛc. Solche Kotyledonen entfalten sich nach Aussaugung und Abstoßung des Endosperms als grüne Blätter an der Luft und funktioniren dann noch eine Zeit lang als Assimilationsorgane. Bei *Allium* ist die im Endosperm stecken bleibende Spitze des Kotyledons das Saugorgan; später befreit sie sich daraus, worauf der Kotyledon ebenfalls als grünes Blatt funktionirt. Das Getreide, wie alle Gramineen haben an ihrem Kotyledon ein besonderes Saugorgan, das sogen. Schildchen, d. i. ein auf dem Rücken des Kotyledon befindlicher großer schildförmiger Körper, welcher dem Endosperm anliegt (Fig. 633.); er besteht aus parenchymatischem Gewebe, und die Zellen, welche die an das Endosperm angrenzende Schicht bilden, strecken sich mit beginnender Keimung schlauchförmig; von diesen werden die aufgelösten Reservestoffe des Endosperms zuerst aufgenommen, um weiter durch das Schildchen nach den wachsenden Theilen des Keimlinges geführt zu werden. Bei der Dattel wächst die Spitze des Samenlappens während der Keimung zu einem Saugorgane aus, welches zuletzt das Endosperm verzehrt und fast den ganzen Samen ausfüllt. In allen Fällen verschwinden thatsächlich beim Keimen die Reservestoffe aus dem Endosperm; letzteres schrumpft zusammen und ist zuletzt bis auf geringe Reste aufgezehrt, während gleichzeitig Wachsthum der Keimtheile stattfindet. Ueber die näheren Vorgänge bei diesen Stoffmetamorphosen, insbesondere über die Auflösungen der Stärkekörner ist das oben bei den Stoffumwandelungen (§. 249.) Gesagte zu vergleichen. Die Auflösung der Reservestoffe geschieht bei einigen Pflanzen durch eine Eigenthätigkeit des Endosperms, sobald die Bedingungen der Keimung, insbesondere Feuchtigkeit gegeben sind; denn bei *Ricinus* hat man, auch wenn das ölhaltige Endosperm vom Embryo befreit unter die Keimungsbedingungen gebracht wird, ein Wachsthum desselben und Stärkebildung in demselben beobachtet. Bei anderen Pflanzen geschieht dies unter solchen Umständen nicht. So ist bei *Mirabilis*, *Canna*, *Aucuba*, *Phoenix* und bei den Gramineen eine vom Embryo ausgehende Wirkung auf das Endosperm constatirt. Hier beginnen die Umwandelungen der Reservestoffe am Saugorgane und rücken von da aus in das Endosperm vor. Es scheinen nämlich fermentartig wirkende Stoffe von jenem Organe aus in das Endosperm ausgeschieden zu werden, was freilich nicht ausschließen würde, daß auch in letzterem selbst solche Actionen vor sich gehen. Jenes wird aber dadurch bewiesen, daß man Embryonen von *Mirabilis* besser als ganz ohne Endosperm mittelst eines künstlichen Endosperms ernähren kann, in welches man sie einhüllt und welches entweder aus dem zerriebenen eigenen Endosperm oder aus einem Brei von Buchweizen- oder Kartoffelstärke hergestellt ist; man beobachtet dabei Lösungserscheinungen der Stärkekörner an der Contactfläche der Kotyledonen. Dasselbe Resultat erhielt man an Roggenkeimlingen mit einem Brei aus dem eigenen Endosperm In Samen, welche kein Endosperm enthalten, stellen die Kotyledonen die Reservestoffbehälter dar. Diese sind dann meist von ziemlich voluminöser Entwickelung und bestehen vorwiegend aus einem gleichförmigen Parenchym, dessen Zellen dann ebenso wie die eines Endosperm mit plastischen Stoffen erfüllt sind. Letztere wandern dann bei der Keimung direkt in die wachsenden Theile des Keimlinges. Die Kotyledonen aber zeigen hier, nachdem dies geschehen, ein zweifaches Verhalten. Entweder schrumpfen sie in dem Maße als sie entleert werden, zusammen und sterben ab; in diesem Falle verbleiben sie in der Regel unterirdisch (Fig. 637 A.); so bei *Vicia Pisum*, *Phaseolus*, bei *Tropaeolum*, bei der Eichel, Roßkastanie ꝛc. Oder sie entfalten sich über dem Boden, ergrünen und funktioniren, nachdem die Reservestoffe aus ihnen ausgewandert sind, als Assimilationsorgane noch mehr oder weniger lange Zeit, ehe sie absterben und

§. 252.

§. 252. abfallen (Fig. 637 B.); so bei den Cruciferen, wie Raps, Kohl, Senf ꝛc., bei den meisten Papilionaceen, beim Lein ꝛc.

Daß die Reservenährstoffe im Samen zur Ernährung der Keimpflanze nothwendig sind, geht daraus hervor, daß Samen, denen man die Reservenährstoffbehälter weggeschnitten hat, bei der Keimung nur kümmerliche und in der Folge erheblich zurückbleibende Pflanzen liefern oder ganz fehlschlagen, sowie daß auch unreife Samen, welche erst einen Theil der normal in ihnen sich ansammelnden Reservestoffe gebildet haben, schwächere Pflanzen produciren. Selbstverständlich wird auch das Mengenverhältniß, in welchem die einzelnen Stoffe im Samen vertreten sind, mit ausschlaggebend sein darüber, wie weit sich Keimpflanzen bei Ausschluß von Ernährung lediglich auf Kosten der Reservestoffe des Samens zu entwickeln vermögen. Im allgemeinen reicht das organische Material zu einer oft ziemlich weit gehenden Entwickelung aus. Viel eher setzt hier der zu geringe Gehalt an Aschebestandtheilen im Samen dem weiteren Wachsthum ein Ziel. So kommen Keimpflanzen von *Raphanus*, die in Lösungen der nothwendigen Aschebestandtheile kultivirt werden, weiter als die in destillirtem Wasser wachsenden, und zwar auch im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Luft am Lichte, zum Beweise, daß nicht Mangel an organischen Stoffen im Spiele ist. Bei den Feuerbohnen ist es unter den Aschebestandtheilen des Samens der Kalk, welcher zuerst wegen zu geringer Menge die Fortentwickelung hemmt, denn bei Zufuhr von Kalksalzen kommen diese Keimpflanzen weiter als in destillirtem Wasser.

Die Sporen der Kryptogamen enthalten als Reservenährstoffe, welche bei der Keimung aufgezehrt und den sich bildenden Keimschläuchen zur ersten Nahrung zugeführt werden, reichliches Protoplasma als stickstoffhaltiges und fettes Oel als stickstofffreies Material. Viele Sporen, wie die der Algen und vieler Moose enthalten

Fig. 636.
Eiweißloser Samen der **Ackerbohne** (*Vicia faba*), die Samenschale ist nach Aufweichen im Wasser abgezogen.
an die zwei großen Kotyledonen, der eine abgetrennt; d das Knöspchen des Keimlings zwischen den Kotyledonen; b das Würzelchen.

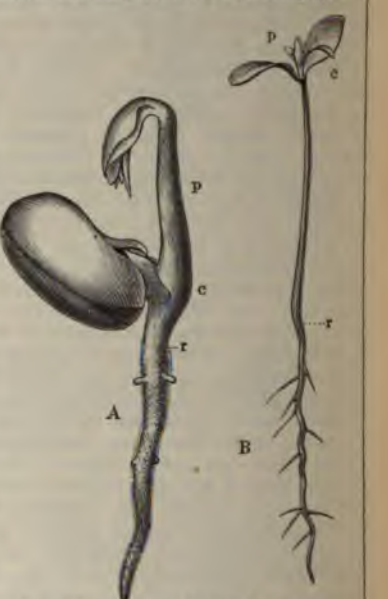


Fig. 637. **Keimung eiweißloser Samen.**
A von der **Ackerbohne** (*Vicia faba*), B vom **Lein** (*Linum usitatissimum*). r die Grenze zwischen Stengel und Wurzel. c die Stelle, wo die beiden Kotyledonen am Stengel sitzen. Das Stengelstück zwischen r und c das hypokotyle Glied, bei B durch Streckung verlängert, wodurch die ovalen Kotyledonen c, welche soeben ihre Samenschale abgestreift haben, über die Erde gehoben worden sind, wo sie ergrünen; bei A kurz bleibend, weshalb die Kotyledonen im Samen unter der Erde bleiben und einschrumpfen. p das nach oben weiter wachsende Stengelchen mit seinen jungen Blättern (das Knöspchen des Keimlings).

auch Chlorophyll und sind dadurch schon beim Beginn der Keimung zu selb- §. 252.
ständiger Assimilation befähigt.

2) Reservenährstoffe der perennirenden Theile der Stauden. Es handelt sich hier um die während des Winters zwar lebend, aber im Ruhezustande im Boden verbleibenden Organe der Stauden, also um Wurzeln, Rhizome, Knollen und Zwiebeln. Dieses sind lauter voluminöse Theile, in denen das Grundgewebe als ein stark entwickeltes saftigbleibendes Parenchym vorwaltet, welches in seinen Zellen während der Winterruhe mit Reservenährstoffen erfüllt ist. Was die Qualität der letzteren anlangt, so stimmen sie hinsichtlich des stickstoffhaltigen Materiales mit einander ziemlich überein, denn dieses tritt hier auf als Eiweißstoff in Form von Protoplasma in den Parenchymzellen, zum Theil wohl auch in gelöster Form in den Säften dieser Theile; in einzelnen Fällen zugleich auch in Form von Krystalloïden (§. 37.), z. B. in gewissen Zellen unter der Schale mancher Kartoffelsorten. Ferner kommen stickstoffhaltige Reservenährstoffe hier auch als Amide (§. 210.) vor, z. B. in Kartoffeln, Rüben, Topinambur ꝛc. Das stickstofffreie Material dagegen tritt je nach Pflanzenarten auch hier in verschiedener Qualität auf. Als Stärkemehl finden wir es z. B. in den Kartoffelknollen, in den Rhizomen der Marantaceen, Irideen, Aroideen, in den Wurzelknollen der Orchideen, als Inulin (§. 201.) besonders in den Wurzeln und Wurzelknollen bei Compositen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Goodeniaceen und Stylideen, als Rohrzucker in den Zuckerrüben, ferner in manchen Umbelliferen, Labiaten ꝛc., als Glykose in den Zwiebeln von *Allium*, *Ornithogălum*, in Rhizomen von *Primŭla*, *Globularĭa* und wahrscheinlich weiter verbreitet, auch wohl zusammen mit Rohrzucker oder Stärkemehl, am seltensten als fettes Oel, wie in den Knollen von *Cypĕrus esculĕntus*, wohl auch in Farnrhizomen.

Die Nothwendigkeit der Reservenährstoffe ergiebt sich auch hier aus dem Unterbleiben oder der Schwächlichkeit der Entwickelung der Pflanze, wenn die Reservestoffbehälter weggeschnitten sind. Dieses sieht man z. B., wenn die Augen der Kartoffel isolirt oder nur mit kleinen Stücken der Knolle in Verbindung gelassen werden. Die ganze Kartoffelknolle verwendet ihr Material nicht bloß zum Austreiben der grünen Stengel, sondern es bleibt noch eine ziemliche Menge davon zurück, welche sogar durch die Ausläufer wieder in die sich bildenden neuen Knollen einwandert.

3) Reservenährstoffe der Holzpflanzen. Bei diesen Pflanzen finden wir in den während des Winters vorhandenen Theilen, und zwar in den Wurzeln, im Stamme, in den Aesten bis in die einjährigen Zweige und in die Knospen Reservenährstoffe, besonders in Form von Stärkemehl. Zur Aufnahme desselben dienen erstens gewisse Zellen des Holzkörpers, nämlich die Markstrahlen und die mit diesen in Berührung stehenden Gruppen von Holzparenchymzellen; diese Organe sind während der Wintermonate bei allen unseren Holzpflanzen reichlich mit Stärkemehl erfüllt. Doch bezieht sich dieses nur auf die jüngeren Holzlagen; im älteren Holze wird keine Stärke mehr abgelagert, z. B. bei der Eiche vom 35jährigen, bei der Esche vom 40jährigen Holzringe an. Auch im Rindeparenchym führen gewisse Zellen im Winter Stärkemehl, und endlich bei manchen Holzpflanzen auch das Mark, so lange dieses lebensthätig bleibt, z B. bei der Birke, Esche, Eiche bis zum zwanzigsten Jahre. Eiweißstoffe finden sich bei den Holzpflanzen während der Winterruhe in den Knospen, im Cambium sowie im Phloëm der Zweige, Aeste und des Stammes. Die Ablagerung der Reservestärke erfolgt bei den Holzpflanzen im allgemeinen in der Periode, wo die letzteren im Besitze des Laubes, also in der Assimilation begriffen sind und ist beendet, wenn die Pflanze im Herbste ihr Laub verliert. Und zwar beginnt sie in den Wurzeln, bei Ahorn Mitte Mai, bei Lärche im Juni, bei Eiche im Juli, bei Kiefer im September, schreitet von da allmählich nach aufwärts fort und erreicht die jüngeren Zweige bei Ahorn Anfang August, bei Lärche Anfang October, bei Eiche Mitte September, bei Kiefer Mitte October, wobei selbstverständlich verschiedene äußere Factoren zeitlich modificirend wirken können. Bei dieser Einwanderung von Stärkemehl erscheint dasselbe zuerst in den Rindeparenchymzellen, bald darnach auch in den Markstrahlen und im Marke und zuletzt in den Holzparenchymzellen des

Holzkörpers. Die Auswanderung der Reservestärke beginnt im Frühlinge mit dem Austreiben der Knospen. Hierbei verschwindet das Stärkemehl in umgekehrter Richtung als es bei der Ablagerung erscheint, also von den Zweigspitzen nach Stamm und Wurzel fortschreitend.

6. Stoffabgang.

I. Athmung oder Respiration.

§. 253. In allen lebenden Pflanzen findet ein Verbrennungsproceß statt, welcher demjenigen des thierischen Organismus gleich ist und wie dieser als Athmung bezeichnet wird. Unter Athmung, die hiernach ein allen lebenden Wesen gemeinsamer Vorgang ist, verstehen wir die Aufnahme von Sauerstoffgas aus der Umgebung, die mittelst dieses Gases bewirkte Oxydation eines Theiles der organischen Verbindungen und die Abgabe der so entstandenen Verbrennungsprodukte, welche hauptsächlich in Form von Kohlensäure aus dem lebenden Körper entweichen. Scheele (1777) hat zuerst den Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure zwischen den Pflanzen und der umgebenden Luft erkannt. Durch Ingenhousz (1786) und spätere Forscher wurde die Athmung als eine allgemeine Erscheinung im Pflanzenreiche und in allen lebendigen Theilen der Pflanze nachgewiesen. Denn die Respiration ist experimentell in folgenden Pflanzentheilen constatirt worden und jederzeit leicht zu constatiren, indem man die betreffenden Theile in einem abgeschlossenen Raume hält, in welchen man völlig von Kohlensäure befreite (durch Kali geleitete) Luft eintreten läßt, die man, nachdem sie den Raum passirt hat, durch den Niederschlag von kohlensaurem Baryt, den sie in Barytwasser erzeugt, auf ihren Kohlensäuregehalt prüft und bestimmt, oder indem man in einer abgeschlossenen Luft, in welcher sich die Pflanzentheile befinden, die Abnahme von Sauerstoffgas analytisch bestimmt. 1) Keimende Samen aller Pflanzen zeigen, sobald mit der beginnenden Quellung durch Wasser das Leben in ihnen erwacht, eine beständige sehr lebhafte Athmung, welche anfangs je nach der herrschenden Temperatur langsam oder rasch steigt, um in den späteren Perioden der Keimung sich wieder ziemlich rasch zu vermindern ohne zu verschwinden. 2) Knospen, die sich entfalten, lassen immer Aufnahme von Sauerstoff und Ausathmung von Kohlensäure nachweisen. 3) In allen Blüten findet eine weit energischere Athmung als in anderen Organen statt. Wenn man z. B. bei *Cheiránthus incānus* den in 24 Stunden verbrauchten Sauerstoff auf das Volumen des athmenden Pflanzentheiles berechnet, so ist der Sauerstoffconsum, wenn er an den grünen Blättern im Dunkeln = 4 ist, an den Blüten = 11. Dabei ist der Athmungswerth der Sexualorgane am größten, nämlich = 18. Darum athmen auch gefüllte Blüten weniger als einfache; bei *Cheiránthus* ist der Werth für jene = 7,7. Männliche Blüten athmen stärker als weibliche; z. B. bei Kürbis sind in 10 Stunden die entsprechenden Werthe an männlichen Blüten = 7,6, an weiblichen = 3,5, an den Antheren für sich = 11,7; beim Mais in 24 Stunden an der männlichen Rispe = 9,6, am weiblichen Kolben sammt den Hüllen = 5,2. Im aufgeblühten Zustande athmet die Blüte stärker als vor- und nachher; z. B. bei *Passiflóra* ist der Athmungswerth an den Blütenknospen = 6, in der aufgeblühten Blüte = 12, an der abblühenden = 7. 4) An allerhand Früchten, besonders Obst, Mohnköpfen ꝛc. ist Respiration constatirt, welche hier mit zunehmender Reife allmählich abnimmt. 5) Die unterirdischen Organe, wie Wurzeln, Knollen, Zwiebeln absorbiren im lebenden Zustande Sauerstoff aus der Umgebung, z. B. in 24 Stunden Rüben und Möhren ihr gleiches Volumen, Kartoffelknollen 0,4, Lilienzwiebeln 0,39 ihres Volumens. 6) Chlorophyllfreie Pflanzen nehmen sowohl am Lichte, wie im Dunkeln Sauerstoff auf und scheiden Kohlensäure ab. Unter den Pilzen ist dies sowohl von größeren Schwämmen, wie *Lycopērdon-* und *Agaricus-*Arten, als auch von Schimmelpilzen nachgewiesen, und unter den chlorophyllfreien Phanerogamen gilt dies von Orobanchen, *Lathraea*, *Neottia* und *Cytínus*. 7) Grüne Pflanzentheile. Im Dunkeln entziehen auch alle chlorophyllhaltigen Theile ihrer Umgebung Sauerstoff und scheiden einen Theil der gebildeten

Kohlensäure aus. Je voluminöser die Pflanzentheile sind, desto mehr Kohlensäure §. 253.
pflegt in den Geweben zurückgehalten zu werden; bei den Succulenten verbleibt meist die ganze durch Athmung gebildete Kohlensäure in der Pflanze, weil sie als leicht lösliches Gas in den Säften sich auflöst. Daher verringert sich in der Regel das Volumen einer Luft, in welcher man solche Pflanzen abgeschlossen hat. Bei den grünen Pflanzentheilen tritt aber eben nur im Dunkeln die Athmung rein hervor; im Lichte findet die Kohlenstoffassimilation (§. 238.) statt und verdeckt die Athmung, denn sie ist der umgekehrte Vorgang, sie besteht in der Aufnahme von Kohlensäure und in der Abgabe von Sauerstoff und überwiegt in der Regel die Athmung. Daher findet bei abgesperrten grünen Pflanzen, welche am Tage beleuchtet sind, ein Kreislauf statt, wobei das Luftvolumen nicht wesentlich sich ändert, weil die nachts gebildete Kohlensäure am Tage wieder durch die Assimilation verarbeitet, die nachts verzehrte Sauerstoffmenge am Tage wieder ausgeschieden wird. Daß aber auch am Tage neben der Assimilation der Athmungsproceß der grünen Organe fortgeht, erhellt aus Versuchen, bei denen Blätter in eine abgesperrte Luft gebracht werden, in welcher sich eine Schale mit Kalilauge befindet: die letztere absorbirt die Kohlensäure stärker als es die grünen Blätter am Lichte thun; sie entreißt den letzteren auch die durch Athmung gebildete Kohlensäure und man findet den Kohlensäuregehalt der Kalilauge auch im hellen Lichte zunehmend; noch stärker ist diese Zunahme im diffusen Lichte, am stärksten im Dunkeln, weil die Assimilation hier weniger, beziehendlich gar nicht entgegenwirkt.

Die Respiration ist nur an lebenden Pflanzen und Pflanzentheilen zu beobachten; ihr Stillstand ist ein Zeichen des Todes. Denn todte Pflanzentheile entwickeln keine Kohlensäure, und wo unter solchen Umständen diese Säure sich zeigt, da ist sie durch die mit der Ansiedelung von Spalt- und Schimmelpilzen eintretende Fäulniß der abgestorbenen Theile bedingt. Da die Pflanze in allen ihren einzelnen Theilen athmet, so muß dieser Proceß in jeder lebenden Pflanzenzelle thätig sein, und es darf angenommen werden, daß im Protoplasma der eigentliche Sitz der Athmung ist. Wie nun dieser Proceß allgemein mit dem Leben verknüpft ist, so ist er auch allgemein eine Bedingung desselben; wenn Pflanzentheile an der Athmung gehindert werden, so erlahmen die Lebensthätigkeiten und der Tod tritt bald schneller bald langsamer ein. So unterbleibt im sauerstofffreien Raume die Keimung, desgleichen das Wachsen; ebenso werden die Protoplasmaströmungen sistirt, und die beweglichen Organe, besonders diejenigen, welche Reizbewegungen und Schlaf- und Wachbewegungen ausführen, werden starr. Daher wirkt in diesem Sinne auch schon Verdünnung der Luft auf die Pflanzen, entsprechend der gleichen Wirkung auf den thierischen Organismus. So zeigt die Gerste, wenn der Luftdruck auf 6 cm erniedrigt ist, und die Kresse bei 12 cm nur noch langsame Keimung; bei 4 cm Luftdruck findet keine Keimung statt.

Die Produkte der Athmung sind die Oxyde, welche durch den aufgenommenen Sauerstoff gebildet werden, in erster Linie wie schon erwähnt Kohlensäure. Der Kohlenstoff, dessen Verbrennungsprodukt diese Kohlensäure ist, wird also dem Pflanzenkörper entzogen, und dies kann nur durch Zerstörung von kohlenstoffhaltiger organischer Substanz der Pflanze geschehen. Daher bedeutet die Athmung für die Pflanze ebenso wie für den thierischen Körper einen Substanzverlust; Pflanzen, welche nur athmen ohne zugleich sich zu ernähren, verlieren, wenn man ihre Trockensubstanz vergleicht, immer mehr an Gewicht und erliegen unter solchen Umständen endlich dem Hungertode, indem ihre Körpermasse durch die Athmung allmählich bis zu einem Grade, der den Tod bedingt, verzehrt wird. Das hindert nicht, daß die Pflanze während dieser Hungerperiode aus den ihr noch disponiblen Stoffen neue Bildungen hervorbringt, bis zu einem gewissen Grade wächst und sich entwickelt, obgleich ihr Trockengewicht dabei absolut abnimmt. So keimen Samen, auch wenn dieselben nur destillirtes Wasser bekommen und im Dunkeln gehalten werden, wobei also jede Ernährung und Assimilation (§. 238.) ausgeschlossen ist, indem sie die Wurzeln und die Keimtheile zur Entwickelung bringen und oft zu ansehnlicher Größe heranwachsen; aber dennoch wird ihr Trockengewicht geringer als das des ungekeimten Samens war. Z. B. hatten 22 Maiskörner ungekeimt 8,636 g Trockengewicht, incl. 0,156 g Asche;

§. 253. 20 Tage nach der Keimung zeigten sie sammt ihren Keimpflanzen nur noch 4,529 g Trockensubstanz, welche noch immer die 0,158 g Asche enthielt. Genaueren Einblick in diesen Stoffverbrauch gewähren die Analysen ungekeimter und keimender Samen. So verlieren z. B. 100 Maiskörner beim Keimen im Dunkeln nach 8 Tagen 4,57 C, 1,46 H, 3,06 O oder 1 C, 0,32 H, 0,67 O, nach 4 Wochen 18,69 C, 2,98 H, 18,19 O oder 1 C, 0,11 H, 0,97 O, und nach 5 Wochen 23,10 C, 3,75 H, 22,30 O oder 1 C, 0,16 H, 0,97 O. Es wird also Wasser und Kohlensäure gebildet, aber in den einzelnen Perioden der Keimung in ungleichen relativen Mengen, und außer dem durch die Athmung consumirten Sauerstoff wird auch solcher aus den zur Constitution der Pflanze gehörigen Verbindungen abgegeben. Wenn nur Kohlensäure abgegeben und nur so viel Sauerstoff aufgenommen werden würde, als zur Bildung dieser Kohlensäuremenge erforderlich ist, so müßte Constanz des Gasvolumens, in welches man die keimenden Samen eingeschlossen hat, gefunden werden. Nach dem soeben Gesagten kann aber keine völlige Constanz erwartet werden, und das Verhältniß zwischen absorbirtem Sauerstoff und producirter Kohlensäure wird sich in verschiedenen Perioden und bei verschiedenen Pflanzen ungleich gestalten müssen. Dies hängt mit den bei Keimung stattfindenden Stoffumwandelungen zusammen. Insbesondere wird bei der Keimung ölhaltiger Samen mehr des aufgenommenen Sauerstoffes zurückgehalten als sich in der gebildeten Kohlensäure wiederfindet, also das Gasvolumen vermindert. Dies rührt daher, daß bei der Keimung solcher Samen fettes Oel in Kohlenhydrate sich umwandelt, was nur unter Vermehrung des Sauerstoffgehaltes möglich ist. Daher kann hier sogar eine Zunahme des Sauerstoffes bei der Keimung eintreten. So haben 100 g Hanfsamen bei der Keimung nach 7 Tagen 2,65 g Kohlenstoff und 0,41 g Wasserstoff verloren aber um 0,23 g Sauerstoff zugenommen, wobei das Trockengewicht um 3,03 %, der Fettgehalt um 15,56 % vermindert ist. Es wirken also auf das Resultat der Athmung verschiedene Processe zusammen, die nicht zur Athmung gehören. Auch aus einem anderen Grunde entspricht dem aufgenommenen Volumen Sauerstoff nicht immer ein gleiches Volumen ausgehauchter Kohlensäure. Denn das letztere Gas ist in Wasser weit leichter löslich als Sauerstoff; darum wird es bei seiner Produktion in der Pflanze vielfach in den Säften derselben aufgelöst zurückgehalten, und voluminöse Pflanzen, wie Succulenten, verringern daher im Dunkeln infolge ihrer Athmung das Volumen der Luft, in welches sie abgesperrt sind.

Einfluß äußerer Verhältnisse. Auf die Athmung übt erstens die Sauerstoffmenge und der Luftdruck einen Einfluß. Entgegen der früheren Annahme, daß im reinen Sauerstoffgas die Respiration der Pflanzen gesteigert werde, hat sich nach neueren Versuchen an Keimpflanzen von *Vicia faba* kein Unterschied in der gebildeten Kohlensäure ergeben, wenn die Pflanzen abwechselnd eine Stunde in gewöhnlicher Luft und in Sauerstoff verweilten, in allen Versuchen zwischen 2—35 ° C. Auch ist bekannt, daß bei fortgesetztem Aufenthalt in Sauerstoff Keimpflanzen sich langsamer und unvollkommener entwickeln. Mit Zunahme des Luftdruckes wird das Wachsen aufgehoben und es tritt ein viel geringerer Sauerstoffconsum ein. Während bei einem Drucke von 2—3 Atmosphären noch normale Keimung erfolgt, wird dieselbe bei 5 Atmosphären merklich verlangsamt, bei 8 Atmosphären werden nur noch die Wurzeln gebildet, bei 10 Atmosphären ist keine Keimung mehr oder nur noch eine Spur derselben zu beobachten. Hierbei ist aber nicht die Höhe des Luftdruckes, sondern nur die partiäre Pressung des Sauerstoffes die Ursache. Denn die nämlichen Erfolge zeigen sich in sauerstoffreicheren Gasgemengen schon bei geringerem Drucke; und eine sauerstoffärmere Luft muß unter noch höheren Druck versetzt werden, ehe die entsprechenden Erfolge auf das Leben sich einstellen. Auch die Temperatur beeinflußt die Respiration. In Temperaturen von nahe an 0°, wo kein Wachsthum mehr möglich ist, die Pflanze aber noch nicht getödtet wird, findet immer noch schwaches Athmen statt, wie an Keimpflanzen, Baumknospen, Nadeln ꝛc. constatirt worden ist. Aber mit der Temperatur steigt auch die Athmung, und zwar stetig bis zur Tödtungstemperatur, wo sie dann mit dem Leben plötzlich erlischt. Licht ist keine Bedingung der Athmung, denn letztere findet auch in der Dunkelheit statt. Gewisse Versuche scheinen für eine Steigerung der Respiration im Lichte zu sprechen, und sicher wissen

wir, daß im concentrirten Sonnenlichte (in einem mittelst einer Linse vereinigten Strahlenbündel) nach Ausschluß der erwärmenden Strahlen eine äußerst energische Athmung stattfindet, die schon in wenigen Minuten auf die in solcher Weise insolirten Theile tödtlich wirkt. Nur bei Gegenwart von Sauerstoff hat das concentrirte Licht diesen Erfolg, während es in einem sauerstofffreien Luftstrome ohne Wirkung ist, zum Beweise, daß es sich dabei um den Athmungsproceß handelt. Diese Wirkung kommt auch den einzelnen farbigen Strahlen des Spectrums zu, jedoch den stärker brechbaren (blauen) in höherem Grade als den minder brechbaren (gelben und rothen) Strahlen.

Intramoleculare Athmung. Es kann gegenwärtig als eine ausnahmslose Regel gelten, daß in allen lebensthätigen Organen der Pflanzen, wenn sie in sauerstofffreier Luft, wie Stickgas, Wasserstoffgas ꝛc. oder im luftleeren Raume sich befinden, die Entwickelung und Ausscheidung von Kohlensäure fortdauert. Dieser Athmungsproceß unterscheidet sich von der gewöhnlichen Sauerstoffathmung dadurch, daß kein Sauerstoff aufgenommen wird, welcher organisches Material zu Kohlensäure oxydiren könnte, sondern daß die letztere gänzlich aus Molecülen der organischen Substanz sich bildet. Es tritt also hier eine Abspaltung von Kohlensäure ein, und zugleich entstehen noch andere Produkte, die bei der Sauerstoffathmung nicht beobachtet werden, und unter denen namentlich Alkohol zu nennen ist, der unter solchen Umständen sehr allgemein in den Pflanzen gefunden wird. In manchen Fällen mögen zugleich noch andere Stoffe, wie Säuren ꝛc., gebildet werden, in einem bestimmten unten zu erwähnenden Falle Wasserstoff. Schon seit längerer Zeit ist an Früchten, wenn sie im sauerstofffreien Raume sich befinden, die Fortdauer der Kohlensäurebildung und zugleich die Alkoholbildung bekannt; erst in der neueren Zeit ist durch eine Reihe Beobachter dieser Vorgang als ein allgemeiner an den verschiedensten Pflanzentheilen nachgewiesen worden. Und so ergiebt sich, daß die von den Sproß- oder Hefepilzen erregte Gährung, die ja auch in einer Bildung von Kohlensäure und Alkohol besteht, sich mit unter diese allgemeinere Erscheinung unterordnet, und daß der Alkoholbildung eben nicht bloß die Hefepilze, sondern unter den geeigneten Bedingungen auch die anderen Pflanzen fähig sind. Bei der intramolecularen Athmung findet selbstverständlich ein Consum organischer Verbindungen statt, eben derjenigen, aus denen die Produkte dieser Athmung stammen. In der That ist an den Früchten hierbei ein Verbrauch von Kohlenhydraten constatirt. Bei den Gährungspilzen wissen wir, daß der Zucker, welcher vergohren wird, das Material für die Bildung des Alkohols und der Kohlensäure liefert. Und Pflanzen, welche Mannit enthalten und diesen bei der intramolecularen Athmung zu Kohlensäure und Alkohol vergähren scheiden neben der Kohlensäure auch Wasserstoff aus. Mannit ist eine mit den Zuckerarten verwandte Verbindung, welche aber nicht zu den Kohlenhydraten gehört, sondern mehr Wasserstoff als diese enthält, also nur durch Ausscheidung von Wasserstoff in solche übergehen kann. Er kommt besonders in manchen Schwämmen vor, und es ist nachgewiesen, daß nur diejenigen, welche Mannit enthalten, Wasserstoffentwickelung zeigen, die immer aufhört sobald Sauerstoffzutritt erfolgt. So producirten in reiner Kohlensäure 200 g Champignon in 36 Stunden 30,03 ccm Wasserstoff. Die älteren Angaben über Bildung von Wasserstoffgas bei Pilzen erklären sich hiernach wahrscheinlich aus der Sauerstoffarmuth der Luft, in welcher man solche Pflanze eine Zeit lang eingeschlossen hat. Auch in einigen anderen Pflanzen, besonders in Blättern, Blüten und unreifen Früchten der Oliven ist Mannit vorhanden, und man hat im Einklange damit auch hier in reiner Kohlensäure Bildung von Wasserstoff gefunden. — Die Menge der durch intramoleculare Athmung producirten Kohlensäure kann ziemlich ansehnliche Werthe erreichen. Aus zwei Birnen von 282 g Gewicht hat man unter diesen Umständen nach 5 Monaten 1762 ccm Kohlensäure, aus Erbsenkeimpflanzen nach 3 Monaten das sieben- bis achtfache ihres Volumens Kohlensäure erhalten. Beim Vergleich der intramolecularen mit der normalen Athmung hat sich an verschiedenen Pflanzentheilen gleichmäßig in der ersten Zeit nach Sauerstoffausschluß, auf das gleiche Gewicht der Pflanzentheile bezogen, kein Unterschied zwischen beiden Athmungen hinsichtlich der Kohlensäurebildung ergeben; aber dann nimmt die letztere bei der intramolecularen Athmung zunächst schnell

§. 254.

ab, um später nur allmählicher zu sinken. Was die Menge des bei intramolecularer Athmung producirten Alkoholes anlangt, so ist dieselbe auch abgesehen von den eigentlichen Gährungspilzen, sehr veränderlich; so erhielt man z. B. nach längerer Zeit bei Blättern und Blüten verschiedener Pflanzen ca. $^1/_2$ %, bei Kirschen 1,8—2,5 %, bei Erbsenkeimpflanzen bis zu 5 % des Frischgewichtes.

Die intramoleculare Athmung geht nur so lange im sauerstofffreien Raume fort, als die Pflanze am Leben ist. Dies kann an Birnen, Aepfeln und anderen Früchten 5 Monate und länger dauern; an Weintrauben ist sie nach 10—16 Tagen noch lebhaft und erst nach 4—6 Wochen, an verschiedenen Keimpflanzen nach 5—6 Wochen, an Erbsenkeimpflanzen sogar erst nach 3 Monaten ganz erloschen. Nur so lange als dieselbe andauert, vermag die Pflanze die Sauerstoffrespiration zu beginnen, wenn ihr dieses Gas wieder zugeführt wird, und mit dem Erlöschen jener kann sie auch durch Zuleitung von Sauerstoffgas nicht zum Leben und zur Athmung zurückgebracht werden. Man darf daher die intramoleculare Athmung als das Primäre und als die Ursache der gewöhnlichen Sauerstoffathmung betrachten, indem man sich vorstellt, daß erst durch diesen Proceß in der Pflanze die Affinität zum freien Sauerstoff geschaffen und letzterer in den Stoffwechsel gezogen wird. Das Unterbleiben der Bildung von Alkohol ließe sich so erklären, daß derselbe im Augenblicke der Entstehung durch Vereinigung mit Sauerstoff wieder zu vegetabilischer Substanz regenerirt wird.

§. 255. **Gährung.** Im Vorhergehenden ist die sogenannte geistige oder alkoholische Gährung bereits als eine besondere Form der pflanzlichen Athmung bezeichnet worden, wobei nicht allein Produkte vollständiger Verbrennung entstehen. Bei der alkoholischen Gährung die vorzugsweise von den Sproß- oder Hefepilzen erregt wird, ist dieses Produkt Alkohol. Andere Pilze, namentlich verschiedene Spaltpilze, liefern wieder andere Körper, und wir unterscheiden daher verschiedene Gährungen, welche je nach den hauptsächlichen Produkten als Essigsäuregährung, Milchsäuregährung, Buttersäuregährung, schleimige Gährung, faulige Gährung oder Fäulniß bezeichnet werden; auch die Zersetzungen, welche die als Krankheitserreger auftretenden Spaltpilze im thierischen Körper hervorbringen, schließen sich hier an. Jede Gährung hat im allgemeinen ihren besonderen Fermentorganismus, so daß eine und dieselbe Lösung, je nachdem dieser oder jener Spaltpilz darin sich entwickelt, dieser oder jener Gährung anheimfällt. Doch scheint es möglich zu sein, daß manche Spaltpilze in verschiedenen Substraten auch verschiedene Gährungen erregen, und neuerdings ist auch, wenigstens für manche Spaltpilzformen, welche verschiedene Gährungen bewirken, behauptet worden, daß es nicht besondere Species, sondern Züchtungsformen einer und derselben Art sind, welche den verschiedenen Substraten angepaßt, hier diese, dort jene Fermentwirkung äußern; selbst eine Umwandelung von Fäulnißbakterien in pathogene Spaltpilze wird von manchen Forschern angenommen. So sollen die im Heuaufgusse entstehenden Heubakterien durch allmähliche Züchtung im frischen Blute in Milzbrandbakterien unter Annahme der specifischen Infektionskraft derselben übergehen, und umgekehrt, Milzbrandbakterien bei Kulturen in künstlichen Nährlösungen eine längere Reihe von Generationen hindurch allmählich unter Verlust ihrer Infektionskraft in Heubakterien sich umwandeln. Daß die Gährungen durch die bei ihnen regelmäßig auftretenden specifischen Gährungsorganismen und zwar durch eine Lebensthätigkeit derselben erregt werden, ist durch Pasteur's Versuche bewiesen worden, nach denen Gährung, Fäulniß ꝛc. unterbleibt, wenn die Organismen durch Kochen der betreffenden Flüssigkeiten getödtet oder durch Filtration der hinzutretenden Luft ausgeschlossen werden. Daher erlischt auch Gährung, Fäulniß ꝛc., wenn die Fermentorganismen durch chemische Agentien, z. B. durch desinficirende Mittel wie Carbolsäure, Salicylsäure ꝛc. getödtet werden.

Bei den einzelnen Gährungen treten neben dem für jede charakteristischen Hauptprodukte auch noch andere Produkte auf. So scheint Kohlensäure nirgends gänzlich zu fehlen; bei der Fäulniß entstehen auch noch andere gasförmige Körper, wie Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff ꝛc., welche den üblen Geruch bei der Fäulniß bedingen. Alkohol kann auch in anderen als in den von Sproßpilzen erregten Gährungen, in gewissen Mengen auftreten. Und namentlich ist es von der alkoholischen Gährung der Sproßpilze bekannt, daß keine glatte Zerspaltung des

Zuckers in Alkohol und Kohlensäure stattfindet, sondern daß mehrere Procente des verschwindenden Zuckers zur Bildung anderer Stoffe, namentlich von Glycerin und Bernsteinsäure, verbraucht werden

Unter den Pilzen giebt es alle Abstufungen von denjenigen, welche gleich den übrigen Pflanzen nur bei Sauerstoffausschluß als Produkt intramolecularer Athmung Alkohol bilden, bis zu solchen, welche auch bei Gegenwart von Sauerstoff Alkoholgährung erregen. Zu den ersteren gehört die Mehrzahl der Pilze Unter den letzteren haben die Sproßpilze das größte Gährvermögen; auch *Mucor*-Arten gehören dazu, indem diese gewöhnlich auf Mist und anderen Substraten als Schimmelpilze lebenden Organismen in Zuckerlösung untergetaucht Alkoholgährung erzeugen, und zwar ist unter diesen am gährtüchtigsten *Mucor racemōsus*, weniger *M. mucēdo* und *M. stolonīfer*. Die Gährungsorganismen können auch bei Ausschluß von Sauerstoff wachsen, aber eben nur wenn gährungsfähiges Material vorhanden ist, dessen Zerspaltung die zum Leben nöthige Betriebskraft liefert, welche sonst durch die Sauerstoffathmung erzeugt wird. Denn bei Zutritt von Sauerstoff können dieselben auch ohne Gährung sich entwickeln, während ohne Sauerstoff und ohne Gährmaterial dieses nicht möglich ist. Pasteur hat gezeigt, daß Hefepilze nur mit vergährungsfähigen Zuckerarten im sauerstofffreien Raume fortkommen, dagegen des Sauerstoffes bedürfen, wenn ihnen der nicht vergährbare Milchzucker als Nahrung geboten ist. Auch für Spaltpilze hat derselbe allgemein nachgewiesen, daß sie bei Ausschluß von Sauerstoff unter Gährwirkung sich vermehren können. Gährung und Wachsen sind aber, wie Liebig gezeigt hat, nicht nothwendig verkettet; ebenso wie Sauerstoffathmung ohne Wachsen möglich ist, so auch Gährthätigkeit ohne Wachsen. Bei Sauerstoffzutritt können daher Gährungsorganismen die von ihnen vorher erzeugten Gährungsprodukte zu ihrer Ernährung verwenden und im normalen Athmungsprocesse oxydiren; wie z. B. der Essigpilz, welcher Alkohol zu Essigsäure vergährt, aber bei Sauerstoffzutritt zuletzt alle Essigsäure oxydirt.

Wärmebildung durch Athmung. Da die Athmung ein Oxydationsproceß §. 256. ist, so muß sie wie es thatsächlich in thierischen Körpern der Fall ist, so auch bei den Pflanzen mit Freiwerden von Wärme verbunden sein. Ein Wärmerwerden als die Umgebung wird aber bei den meisten Pflanzen trotz der Selbsterwärmung dadurch verhindert, daß sie eine lebhafte Transpiration haben, bei welcher umgekehrt Wärme gebunden wird, so daß thatsächlich die meisten an der Luft wachsenden Pflanzentheile etwas kühler als ihre Umgebung sind. Dennoch läßt sich die Selbsterwärmung der Pflanzen an manchen Organen, besonders an Blüten nachweisen. Am stärksten ist sie in den Blütenkolben der Aroideen. Diejenigen von *Colocasia odōra* werden bisweilen um 22° C, diejenigen von *Arum maculātum* bis um 10° C wärmer als die umgebende Luft. Dabei ist die Erwärmung in der Gegend der weiblichen Blüten am geringsten, höher in derjenigen der fruchtbaren Staubgefäße, noch höher in derjenigen der sterilen Staubgefäße und am höchsten in der Keule. Auch manche große Blüten sind wärmer als ihre Umgebung; in denen von *Victoria regia* ist der Temperaturunterschied an der Narbenscheibe 3,0 bis 8,1° R, zwischen den Antheren 8,7 bis 12,2° R, in den männlichen Kürbisblüten 4 bis 5° C, in den weiblichen nur $^2/_3$ dieses Werthes gefunden worden. Wohl aber läßt sich die Selbsterwärmung an allen lebenden Pflanzentheilen constatiren, wenn man sie in Menge zusammenhäuft und dadurch die abkühlend wirkende Transpiration unterdrückt. So ist die Erwärmung der keimenden Gerste bei der Malzbereitung bekannt, und dasselbe kann man mit anderen keimenden Samen erzielen; auch wenn man andere Pflanzentheile, gleichviel ob Blüten oder grüne Theile zusammenhäuft und das Thermometer hineinsteckt, beobachtet man eine Erwärmung bis um mehrere Grade gegen die umgebende Luft. Daß die Wärmebildung der Pflanze auf die Athmung zurückgeführt werden muß, wird erstens dadurch bewiesen, daß die am meisten sich erwärmenden Pflanzentheile auch die stärkste Athmung (s. oben) zeigen, ferner dadurch, daß mehrfach constatirt ist, wie an einem und demselben Pflanzentheile mit der Energie der Athmung die Erwärmung steigt und sinkt, und daß beim Aufenthalt in irrespirabeln Gasen mit der Athmung auch die Eigenwärme erlischt. Darum zeigt auch die Selbsterwärmung der Pflanzen eine ähnliche große Kurve wie die Athmung, erreicht also insbesondere bei den Blüten mit dem Auf-

blühen ihr Maximum; ebenso besteht eine ähnliche tägliche Periodicität, deren Maximum in verschiedene Stunden des Tages fällt. Auch die intramoleculare Athmung ist mit einer geringen Erwärmung verbunden, die an Keimpflanzen, Blüten und Früchten bei Aufenthalt in Wasserstoffgas zu 0,1 bis 0,3° C bestimmt wurde. Eine ähnliche geringe Erwärmung zeigen Hefepilze ohne Gährthätigkeit im Wasserstoffgas, während bei stattfindender Gährung die Erwärmung bis 3,9° C Temperaturüberschuß steigt.

II. Entleerung und Abstoßung funktionslos werdender Organe.

§. 257. Die Pflanze erleidet auch dadurch einen Verlust von Stoffen, daß sie zu gewissen Zeiten und unter gewissen Umständen ganze Organe, deren Funktion erledigt ist, wieder verliert. Hier ist erstens die normale Abstoßung gewisser Organe zu unterscheiden. Dahin gehört das Abfallen des Laubes der Holzpflanzen, welches bei den sommergrünen Bäumen in jedem Herbste vollständig, bei den wintergrünen Bäumen nach längeren Zeiträumen allmählich geschieht. Die Stauden verlieren jedes Jahr ihre gesammten grünen Triebe, die sie über der Erde gebildet haben, um sie in jedem folgenden Jahre durch neue zu ersetzen, und die einjährige Pflanze stirbt jedes Jahr bis auf die gebildeten Samen total ab. Geringfügigere Verluste von Pflanzentheilen sehen wir in dem Abwerfen der Knospenschuppen beim Oeffnen der Knospen der Holzpflanzen im Frühlinge, in dem Abfallen der Blumenblätter und anderer Umhüllungen der Blüten und Blütenstände, in der Abstoßung der älteren Theile der Borke an den Baumstämmen, in dem Verlorengehen der Wurzelhaare und der Saugwurzeln an den älteren Theilen des Wurzelsystems ꝛc. Ferner verliert die Pflanze auch außer der gewöhnlichen Zeit gewisse Organe, besonders Blätter, wenn dieselben infolge schädlicher Einwirkungen erkranken und absterben. In allen solchen Fällen, wo die Pflanzen ganze Organe abwerfen, ist ein Verlust an Stoffen unvermeidlich, denn schon das gesammte Material, welches zum Aufbau der Zellmembranen dieser Theile verwendet worden ist, ist verloren, weil eine Wiederauflösung der Zellmembran nicht eintritt. Wohl aber wird aus dem Inhalte der Zellen solcher Organe vor dem Abfallen ein großer Theil der Bestandtheile derselben aufgelöst und in die stehenbleibenden Organe der Pflanze als weiter verwendbares Material zurückgeführt. Dies ist in der Regel mit einer Veränderung der Beschaffenheit der Blätter kurz vor dem Abfallen, nämlich mit einem Gelbwerden und einer Verminderung des Trockengewichtes verbunden. Das Ablösen der Blätter selbst wird durch einen organischen Proceß eingeleitet, indem vorher an der Basis des Blattstieles quer durch die ganze Dicke desselben eine Ablösungsschicht, gebildet aus leicht zerreißenden korkartigen Zellen entsteht; an dieser Stelle bricht dann der Blattstiel von selbst quer durch.

Bei der herbstlichen Entleerung der Blätter und anderer grünen Organe verschwindet aus den Zellen des chlorophyllhaltigen Gewebes erstens der größte Theil des Protoplasmas, indem in solchen Zellen nur ein wässeriger Inhalt zurückbleibt. Zweitens werden die Chlorophyllkörner desorganisirt; es löst sich nämlich die aus protoplasmatischem Stoffe bestehende Grundmasse derselben auf und verschwindet, und der grüne Farbstoff wird unter Bildung gelber Hypochlorintröpfchen (§. 249.) zerstört, welche dann dem Blatte die gelbe Farbe verleihen. Ferner verschwindet das Stärkemehl, welches bis dahin in den Chlorophyllkörnern und in den stärkeleitenden Geweben (§. 250.) enthalten war, gänzlich oder bis auf geringe Reste. Endlich wird auch ein Theil der Aschebestandtheile wieder aus dem Blatte entleert. Während, wie oben (§. 251.) erwähnt ist, der Gehalt an Kalk und Kieselsäure sich mit zunehmendem Alter im Blatte bis zum Abfallen desselben vermehrt, wandert der größte Theil des Kali und der Phosphorsäure vor dem Abfall der Blätter aus diesen aus und in die Zweige zurück. Etwas Aehnliches gilt auch von den Aesten, welche beim Absterben durch zu starke Beschattung allmählich dürr werden und abfallen.

Beim vorzeitigen Absterben der Blätter infolge schädlicher Einflüsse und Krankheiten findet vielleicht zum Theil eine ähnliche Entleerung wie beim natürlichen Tode statt. Wenn grüne Pflanzen ununterbrochen im Dunkeln gehalten

werden, so sterben die Blätter je nach Pflanzenarten schneller oder langsamer ab, und dabei treten ähnliche Erscheinungen der Entleerung des Blattes, unter Gelbfärbung desselben, d. h. unter Umwandelung des Chlorophylls in Hypochlorin ein, wie vor dem herbstlichen Blattfall. Bei Nahrungsmangel, also wenn die Pflanzen in destillirtem Wasser oder reinem Sande oder unter Verabreichung von Nahrung, aber unter Ausschluß gewisser unentbehrlicher Nährstoffe, besonders des Stickstoffes oder Kalis, wachsen, sterben die unteren ältesten Blätter immer bald wieder ab, indem sie gelb werden, vertrocknen und augenscheinlich das Material des in ungenügender Menge gebotenen Stoffes verlieren, welches nach der Triebspitze hin transportirt wird, um dort immer wieder bei der Bildung junger Theile verwendet zu werden. Aehnliche Erscheinungen zeigen sich bei manchen durch Parasiten oder andere schädliche Einflüsse verursachten Krankheiten.

IV. Von der Vermehrung der Pflanzen.

§. 258. Es ist eine Eigenthümlichkeit aller lebendigen Wesen, daß die Entwickelung nach einiger Zeit immer wieder auf den Ausgangspunkt zurückkehrt, der Organismus in neuen Individuen sich verjüngt, wobei meist das elterliche Individuum einer Mehrzahl junger das Dasein giebt. Diese Verjüngung ist entweder ein Zurückgehen auf einen früheren Lebenszustand, womit ein Ausgangspunkt erneuter Entwickelung gewonnen wird. Als eine solche Verjüngung ist schon die Bildung jeder neuen Knospe an den Stengeln zu betrachten, weil durch sie die Entwickelung des beblätterten Stengels wiederholt wird. Dasselbe gilt von jeder Sprossung des Thallus der Kryptogamen und bei den einzelligen Pflanzen sogar von jeder Vermehrung der Zelle. Durch diese Bildungen kommt aber sehr oft eine Vermehrung der Individuen zustande, indem sie sich von der Pflanze, an welcher sie entstanden sind, abtrennen und selbständig weiter vegetiren können. Diese Art der Verjüngung nennt man, weil sie durch vegetative Theile (§. 65.) der Pflanze vermittelt wird, vegetative Vermehrung (propagatio). Die andere Art der Verjüngung ist ein Zurückgehen auf den Anfang der ganzen morphologischen Entwickelung, auf die erste Zelle der Pflanze. Diese geschieht nicht durch vorhandene gewöhnliche vegetative Theile, sondern mittelst eigenthümlicher, eigens hierzu bestimmter und von den vegetativen verschiedener Organe und wird deshalb Fortpflanzung (reproductio), auch wohl Fruchtbildung oder Fructification genannt. In vielen Fällen ist dazu eine neue, in der vegetativen Sphäre der Entwickelung noch nicht vorhandene Kraft erforderlich: die Zeugungskraft zweier Geschlechter (Sexualität). Doch geschieht die Reproduktion, namentlich unter den niederen Pflanzen vielfach ohne Vermittelung zweier Geschlechter, als geschlechtslose oder aferuelle Reproduktion, und darum besteht auch hier keine scharfe Grenze zwischen dieser und der vegetativen Vermehrung.

A. Vegetative Vermehrung (propagatio).

§. 259. Bei den niedrigsten Pflanzen, nämlich bei den Thallophyten kommt vegetative Vermehrung sehr allgemein durch Theilung des Thallus zustande. Der einfachste Fall ist bei den einzelligen Thallophyten zu finden, indem hier die Zelltheilung, beziehendlich Sprossung oder die freie Zellbildung zugleich eine Vermehrung bedingt, weil die Zellen sich isoliren und als selbständige Individuen weiter vegetiren können. Bei denjenigen Pilzen, welche ein echtes Mycelium bilden, wird hauptsächlich durch Zertheilung des letzteren Vermehrung herbeigeführt, wie z. B. durch Erdklumpen aus dem Boden, in welchem das Mycelium verbreitet ist (Champignonbrut).

Wenn sich an den vegetativen Theilen einer Pflanze Organe von besonderer Beschaffenheit bilden, welche zu einer gewissen Zeit sich ablösen und dann zu neuen Individuen sich entwickeln können, so redet man von vegetativen Vermehrungsorganen oder Propagationsorganen. Manche Pilze haben an ihrem Mycelium eigenthümliche Zellen oder mehrzellige Bildungen, sogen. Gemmen

§. 259. (S. 471, 517.), welchen jene Bedeutung zukommt. Bei den Flechten stellen die Soredien (§. 180.) ein allgemein verbreitetes Vermehrungsorgan dar. Auch unter den Moosen kommen solche Bildungen vor, hier Brutknospen genannt; es sind bald einzelne Zellen, die sich aus dem Verbande des Thallus, besonders von den Blattspitzen ablösen oder kleine aus vielen Zellen bestehende Körperchen, welche oft in besonderen Behältern (Brutbecherchen bei *Marchantia* Fig. 478 ꝛc.) gebildet werden und nach ihrer Ablösung auf feuchter Unterlage zu neuen Moospflänzchen auswachsen.

Bei den höheren Pflanzen, besonders den Phanerogamen, sind es immer Knospen oder mit Knospen versehene Theile, welche den Charakter von Vermehrungsorganen annehmen. Mehrfach bilden sich solche auf natürlichem Wege, und diese zeigen meist auch in ihrem Aeußeren gewisse Unterschiede von den gewöhnlichen Knospen oder Sprossen und werden darnach mit verschiedenen Namen belegt. Wir unterscheiden:

1) Brutzwiebeln, die Seitenknospen der Zwiebeln (§. 74.), welche in den Achseln der Zwiebelschuppen stehen, eine der Mutterzwiebel ähnliche Bildung zeigen und wenn sie eine gewisse Größe erreicht haben, sich von ihr ablösen. Zwiebelgewächse pflanzen sich meist auf diese Weise fort.

2) Knospenzwiebeln oder Brutknospen (bulbilli), zwiebelartige Bildungen, welche an oberirdischen Organen entstehen, nämlich in den Achseln der Blätter z. B. bei *Lilium bulbiferum*, oder im Blütenstande (viele Laucharten); sie fallen leicht ab und bewurzeln sich. Bei manchen Pflanzen entwickeln sich an Stelle der Blüten Brutknospen. Solche Pflanzen werden lebendiggebärende (plantae vivipărae) genannt, z. B. *Polygŏnum vivipărum* und manche Gräser wie *Poa bulbōsa, alpīna* ꝛc.

3) Knospenknöllchen (tuberogēmmae), kleine, mit einer knollenförmigen Adventivwurzel versehene Knospen in den Achseln der grünen Blätter besonders bei *Ficaria ranunculoïdes* (S. 223), welche sich fast allein durch diese Knöllchen vermehrt. Ueberhaupt erzeugt eine Pflanze um so weniger Samen, je mehr sie sich durch eines der drei genannten Propagationsorgane vermehrt.

4) Knollen (§. 73.). Diese stellen Vermehrungsorgane dar, wenn sie in Mehrzahl an unterirdischen Theilen erzeugt werden, wie bei der Kartoffelpflanze (Fig. 133.), wo überdies jede Knolle vielknospig ist, indem in jeder grübchenförmigen Vertiefung eine Knospe sich befindet, aus welcher Stengel und Seitenwurzeln sich entwickeln. Daher kann aus jeder Knospe einer Knolle eine neue Pflanze werden (Vermehrung der Kartoffeln durch Zerschneiden in Scheiben).

5) Adventivknospen (§. 67.), die sich unter günstigen Umständen an den Blättern mancher Gewächshauspflanzen, wie *Bryophyllum*, *Begonia* ꝛc. erzeugen und zu deren Vermehrung benutzt werden. Unter den einheimischen Pflanzen zeigt häufig *Cardamīne pratēnsis* auf ihren Wurzelblättern solche Adventivknospen, aus denen neue Individuen hervorgehen.

6) Ausläufer (§. 72.), deren Knospe, nachdem sie sich bewurzelt hat, auch nach Abtrennung vom Mutterstocke, sich weiter entwickelt zu einer neuen Pflanze, wie z. B. bei der Vermehrung der Erdbeeren geschieht. Auch Wurzelstöcke (§. 72.), welche ausläuferartig verlängert sind, können durch Zertheilung zur Vermehrung der Pflanze beitragen, wodurch solche Pflanzen im Boden sehr lästig werden, wie besonders die Quecke (*Triticum repens*).

Außer diesen Arten der natürlichen giebt es auch eine künstliche Vermehrung, worunter mehrere Gartenoperationen verstanden werden, welche man besonders zur Vervielfältigung von Varietäten benutzt, weil die Merkmale der Varietäten nur durch vegetative Vermehrung sich erhalten, bei Zucht aus Samen aber wieder verloren gehen. Diese Operationen sind:

1) Vermehrung durch Absenker oder Ableger, welche man erhält, wenn ganze Zweige in den Boden gebogen und nachdem sie sich dort bewurzelt haben, von der Pflanze getrennt werden.

2) Vermehrung durch Stecklinge, d. s. abgeschnittene Pflanzentheile, die, wenn sie in die Erde gesetzt werden, sich bewurzeln und Knospen oder Triebe bilden, die als neue Pflanzen weiter wachsen. Meistens werden abgeschnittene Sprosse als

Stecklinge verwendet, und dies gelingt am leichtesten bei Holzpflanzen, aber auch bei perennirenden und selbst bei einjährigen Kräutern. Diese bewurzeln sich in der Nähe des unteren Endes durch Adventivwurzeln, die dann den Sproß so zu ernähren vermögen, daß er als selbständige Pflanze weiter wachsen kann. Von manchen Holzpflanzen und selbst von einigen Kräutern lassen sich aus Wurzelstöcken sogen. Wurzelstecklinge erziehen, indem an jenen Adventivknospen entstehen, welche zu Trieben auswachsen. Von manchen Pflanzen kann man sogar Blattstecklinge gewinnen, indem die oben erwähnten Adventivknospen an den Blättern bei *Bryophyllum*, *Begonia*, *Peperomia* ꝛc. sich zugleich mit Wurzeln meist erst dann bilden und weiter entwickeln, wenn abgeschnittene Blätter oder Blattstücke auf feuchten Sand gelegt werden.

3) Das Impfen oder Veredeln der Pflanzen, bei welchem ein abgetrennter entwickelungsfähiger Theil einer Pflanze, der sogen. Impfling oder das Edelreis, auf einen anderen Stamm, die Unterlage, das Subjekt oder den Wildling, übergepflanzt wird, auf welchem er dann gleichsam wie ein Theil dieses, jedoch meist mit den Merkmalen der Stammpflanze, von welcher er entlehnt ist, sich weiter entwickelt. Hier unterscheidet man wieder:

a. Das Okuliren, wobei ein Auge, d. h. eine Knospe (§. 66) sammt der umgebenden Rinde so abgelöst wird, daß letztere ein längliches Schildchen bildet, auf dessen Mitte die Knospe sitzt, und auf den Wildling übertragen wird, indem an einem jungen Zweige desselben in die Rinde ein T-förmiger Einschnitt gemacht, die Rindelappen vom Holzkörper abgelöst werden und das Auge mit dem Schildchen so eingeschoben wird, daß die Rückseite des letzteren dem Holzkörper anliegt und die Knospe zwischen den in ihre ursprüngliche Lage gebrachten Rindelappen hervorragt. Durch Umbindung werden die Theile in ihrer Lage festgehalten. Ist die Verwachsung gelungen, so treibt das Auge aus, worauf die nun entbehrlichen Theile des Wildlings weggeschnitten werden können.

b. Das Pfropfen, wobei ein ganzer Zweig (Edelreis, Pfropfreis) auf den entgipfelten Wildling aufgesetzt wird und zwar so, daß die entsprechenden Gewebe beider, Rinde mit Rinde und Holz mit Holz in Berührung kommen. Zu diesem Zwecke wird entweder der Wildling und das Edelreis schief abgeschnitten, so daß beide mit ihren entsprechenden Geweben aufeinander passen (Kopuliren), oder das unten keilförmig zugeschnittene Edelreis wird in einen Spalt der horizontalen Schnittfläche des Wildlings eingesetzt, wobei ebenfalls die gleichen Gewebe in Berührung kommen müssen (Pfropfen in den Spalt), oder endlich es wird das unten bis zur Mitte quer und von da an keilförmig zugeschnittene Edelreis zwischen Holz und Rinde des Wildlings eingeschoben (Pfropfen in die Rinde).

c. Das Absäugen oder Ablaktiren, welches darin besteht, daß man Zweige zweier noch auf ihren Wurzeln stehenden Pflanzen zur Verwachsung bringt, indem ein Theil der Rinde bis zum Splint entfernt wird und die Wundflächen fest vereinigt werden. Nach geschehener Vereinigung trennt man allmählich das Edelreis, welches inzwischen mit vom Wildling ernährt wurde, von seiner Mutterpflanze.

Zur Veredelung sind am meisten holzige Pflanzen und fleischige Pflanzentheile (Kartoffelknollen) geeignet. Am besten schlägt sie an zwischen Pflanzen einer und derselben Species, weshalb sie besonders zur Uebertragung von Varietäten auf Wildlinge oder andere Varietäten angewendet wird. Eine Veredelung zwischen zwei verschiedenen Species ist in einigen Fällen möglich, aber immer nur innerhalb einer und derselben Familie; doch sterben dann häufig die Pfropfreiser nach einigen Jahren wieder ab, und selten ist eine dauernde Vereinigung zu erzielen; so zwischen Aepfeln und Birnen, Quitten und Birnen, Süßkirschen und Sauerkirschen, Pflaumen und Kirschen. Die beim Veredeln eintretende Vereinigung beruht darauf, daß die Kambiumschichten der beiden Theile in Berührung gebracht werden und dann verwachsen, so daß nothwendiger Weise die darnach von der Cambiumschicht gebildeten Holz- und Basisschichten auch im Zusammenhange stehen.

B. Fortpflanzung (reproductio).

Bei der Fortpflanzung kehrt das Pflanzenleben wieder auf den Ausgangspunkt §. 260.
des ganzen Entwickelungsganges zurück, und da jede pflanzliche Entwickelung im

§. 260. normalen Verlaufe endlich dieses Ziel erreicht, so liegen in der Fortpflanzung die natürlichen Wendepunkte des Lebens, wobei es zunächst gleichgültig ist, ob das Individuum mit erreichter Reproduktion auch seine Existenz abschließt oder fortlebt und periodisch zu wiederholter Fortpflanzung gelangt. Auch bei den Pflanzen kann man daher jeden Entwickelungsgang, der vom Keime beginnt und mit der Wiedererzeugung solcher Keime abschließt, eine Generation nennen. Die Fortpflanzung besteht, so verschiedenartig sie auch in den einzelnen Fällen sein mag, in der Bildung eigenthümlicher, von denen der vegetativen Organe der Pflanze abweichenden Zellen, welche daher auch nicht an den Funktionen der vegetativen, also vorwiegend der Ernährung dienenden Organe theilnehmen, sondern ausschließlich die Aufgabe haben, sich zu entwickelungsfähigen Anfängen neuer Individuen auszubilden. Um diese Fortpflanzungszellen zu erzeugen bedient sich die Natur in vielen Fällen einer besonderen neuen Kraft, welche durch das Zusammenwirken zweier verschiedenen Organe, der Geschlechts- oder Sexualorgane, gewonnen wird. Man redet in diesem Falle von einer geschlechtlichen oder sexuellen Fortpflanzung oder Zeugung. Das Wesen derselben besteht darin, daß zweierlei Fortpflanzungszellen sich mit einander verbinden oder doch theilweise ihren Inhalt vermischen und aus der Vereinigung beider das neue Individuum hervorgeht, während jede der beiden Zellen für sich allein im allgemeinen nicht weiter entwickelungsfähig ist. Doch kommt die Fortpflanzung vielfach, so namentlich bei vielen niedrigen Pflanzen ohne Mithülfe von Geschlechtern zustande und heißt dann ungeschlechtliche oder aseruelle Zeugung. So entstehen bei den Pilzen und Algen diejenigen Sporen, welche als Conidien und als Schwärmsporen bezeichnet werden und welche bei diesen Pflanzen gerade am meisten zur Fortpflanzung beitragen, meistens sicher auf ungeschlechtlichem Wege. Von den niedrigsten Pflanzenformen, den Spaltalgen, Spaltpilzen und Sproßpilzen, darf es überhaupt als feststehend betrachtet werden, daß hier noch keine Geschlechtsdifferenz besteht und die Fortpflanzung immer eine aseruelle ist. Dagegen besteht bei vielen anderen Thallophyten unzweifelhaft eine geschlechtliche Zeugung, vielfach zugleich neben ungeschlechtlicher. Und bei den höheren Kryptogamen und den Phanerogamen ist die seruelle Fortpflanzung allgemein Regel. Wenn nun auch bei den Thallophyten noch in vielen Fällen streitig ist, ob die Fortpflanzung einen geschlechtlichen Charakter hat oder nicht, so ist doch soviel unzweifelhaft, daß die Sexualität im Pflanzenreiche, wenn wir von den niedrigsten Stufen, auf denen sie sich zu zeigen beginnt, zu den vollkommneren Gewächsen aufsteigen, sich allmählich aus gleichartigen neutralen Organen zu immer stärker ausgeprägter Differenz der beiderlei Geschlechter herausgebildet hat. Denn die einfachste Form der Sexualität ist diejenige, wo die beiden sich vereinigenden Zellen einander gleich sind, wie dies bei der Kopulation der Fall ist, die bei der Bildung der Zygosporen (§. 155.) gewisser Algen und Pilze und bei der Paarung der Schwärmsporen (§. 155.) mancher Algen vorkommt. Sonst aber sind meist die beiden geschlechtlichen Zellen von verschiedener Beschaffenheit. Dann heißt dasjenige Organ, welches nach der Einwirkung des anderen Geschlechtes zum Keim einer neuen Pflanze wird, das weibliche, das andere das männliche. Der Akt der Aufeinanderwirkung beider Geschlechter wird Befruchtung genannt. Das weibliche Organ im engsten Sinne ist im ganzen Pflanzenreich sehr übereinstimmend gebildet: eine meist runde, nackte, aus Protoplasma bestehende Zelle, die gewöhnlich erst infolge der Befruchtung sich mit einer Zellhaut umhüllt; sie wird auch in allen Klassen des Pflanzenreiches Eizelle genannt. Die besonderen Organe, von welchen die Eizelle erzeugt wird und in denen sie eingeschlossen ist, können als weibliches Geschlechtsorgan im weiteren Sinne gelten; diese zeigen aber große Verschiedenheiten, welche meist mit der Verschiedenartigkeit des andern Geschlechtes zusammenhängen, indem sie hauptsächlich die Bestimmung haben, die männlichen Elemente in geeigneter Weise nach der Eizelle zu leiten. Die männlichen Zellen haben bei den meisten Kryptogamen (viele Algen, sämmtliche Moose und Gefäßkryptogamen) das Uebereinstimmende, daß ihr Inhalt als ein eigenthümlich geformtes Gebilde, Samenfaden oder Spermatozoid (§. 140.) genannt, sich befreit und durch selbständige fortschreitende Bewegung nach der Eizelle gelangt, um mit derselben zu verschmelzen und sie da-

durch zu befruchten. Bei den Peronosporeen und Saprolegniaceen sind es formlose Theile des Protoplasmas der männlichen Zelle, welche durch den Befruchtungsschlauch nach der Eizelle geleitet werden. Dieselbe Bedeutung wie die Spermatozoiden haben vielleicht auch die Spermatien (§. 172.) bei den Flechten und Pilzen und die Samenkörper bei den Florideen (§. 159.); denn diese in Menge sich bildenden und sich isolirenden kleinen Zellen setzen sich, wie in mehreren Fällen beobachtet ist, an eine als Empfängnißorgan fungirende Zelle (Trichogyne) des weiblichen Organes und verschmelzen mit ihr, wodurch eine befruchtende Wirkung auf das letztere übertragen wird, indem dasselbe darnach zu einem Fruchtkörper mit Sporen (Apothecium, Perithecium, Cystokarp, vergl. §§. 159, 172.) sich ausbildet. Freilich ist an vielen anderen Pilzen bei der Entwickelung dieser Früchte eine solche Betheiligung von Spermatien nicht beobachtet worden, vielmehr hat man mehrfach bei der ersten Entstehung dieser Früchte andere Organe gefunden, denen man sexuellen Charakter beilegen zu müssen geglaubt hat, nämlich eine weibliche Zelle (Ascogon), welche von einer männlichen (Pollinodium) so umwachsen wird, daß zwischen beiden eine Verwachsung eintritt und die Uebertragung des männlichen Befruchtungsstoffes nicht durch geformte, ortsbewegliche Elemente, sondern durch Vermischung eines Theiles des Inhaltes der männlichen Zelle auf diosmotischem Wege oder auch durch direkte Kopulation geschehen würde. Allein die Deutung dieser Bildungen als Geschlechtsorgane ist keineswegs zweifelfrei; und es kann daher in diesen Fällen von einer Physiologie der Sexualität bis jetzt noch keine Rede sein. Genauere Vorstellung haben wir von den Vorgängen der geschlechtlichen Zeugung bei den Phanerogamen. Als männliches Organ fungirt hier der in den Staubgefäßen der Blüten gebildete Pollen (§. 118.); dieser gelangt aber nur bis auf die Narbe des Pistilles und keimt hier unter Bildung von Pollenschläuchen; erst diese üben direkt die Befruchtung aus, indem sie bis nach den im Pistill eingeschlossenen Samenknospen hinwachsen und hier mit den Eizellen oder Keimbläschen im Embryosacke in Berührung kommen, von denen dann das eine zum Embryo sich entwickelt. Auch hier pflegt immer die eine der beiden Eizellen, welche allein mit dem Pollenschlauch direkt in Berührung kommt, die Befruchtung auf die andere eigentliche Eizelle zu übertragen, und nach Straßburger's Beobachtungen soll es sich dabei um eine direkte Vereinigung eines Theiles des Plasmainhaltes des Pollenschlauches mit der Eizelle handeln, was durch Auflösung der trennenden Membranen von Pollenschlauch und Eizellen ermöglicht werden soll (§. 128.). §. 260.

Abgrenzung der Generationen. Es ist namentlich unter den Pilzen und Algen ein häufiger Fall, daß die Pflanze mehrere Arten von Reproduktionsorganen besitzt, welche oft in bestimmter Aufeinanderfolge erscheinen. Dann gehören also in den Entwickelungsgang einer Pflanze mehrere Generationen, jede mit einem eigenen Reproduktionsorgane, und man redet dann von einem Generationswechsel. Es kann nämlich entweder eine ungeschlechtliche mit einer geschlechtlichen Fortpflanzung abwechseln, oder es kommen sogar mehrere ungeschlechtliche außer der sexuellen vor. Ueberhaupt aber sind zweierlei Formen des Generationswechsels zu unterscheiden. Die eine würde sich treffender als Polymorphie der Fructificationsorgane bezeichnen lassen, indem hier ein und derselbe vegetative Organismus (Mycelium, Thallus) nach einander die einzelnen Fructificationen hervorbringt, und die Keime einer jeden dieser letzteren sich immer wieder zu demselben Pflanzengebilde entwickeln. So ist es z. B. bei vielen Pilzen, besonders den meisten Ascomyceten und Peronosporeen. Bei der anderen einen eigentlichen Generationswechsel darstellenden Form schließt die Entwickelung der Pflanze mit dem ersten Fortpflanzungsorgane ab; dieses entwickelt sich zu einer neuen Pflanze, auf welcher die zweite Fructification auftritt, und erst aus den Keimen dieser geht wieder die anfängliche Bildung hervor. In der Regel sind diese Generationen in ihren vegetativen Organen einander ziemlich oder völlig gleich und nur durch ihre Fructificationen unterschieden. Bei den meisten Thallophyten sind diese Verhältnisse noch nicht vollständig beobachtet, doch scheinen sich bald geschlechtliche und ungeschlechtliche Generationen abzulösen, bald zwischen die in unbestimmter Zahl

§. 260. einander folgenden asexuellen Generationen eine einzelne geschlechtliche sich einzuschalten, und bei manchen werden vielleicht lange Reihen ungeschlechtlicher Generationen selten einmal durch eine sexuelle unterbrochen. Die Rostpilze, die Ascomyceten, Volvocineen, Florideen, Phäosporeen bieten Beispiele für diese Verhältnisse. Ohne Generationswechsel sind die Conjugaten, die Characeen, Fucaceen und einige Florideen, indem bei diesen keine asexuelle, sondern nur die geschlechtliche Fortpflanzung bekannt ist.

In eigenthümlicher Weise grenzen sich die Generationen bei den höheren Pflanzen, von den Moosen an aufwärts, ab. Bei den Moosen (§. 153.) verbleibt die durch sexuelle Zeugung (im Archegonium) entstandene Generation auf der Mutterpflanze (Moospflanze) und entwickelt sich hier als eine von dieser ersten Generation verschiedene Bildung (Mooskapsel) bis zur Entwickelung der ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane (die in der Kapsel enthaltenen Sporen), aus denen bei der Keimung wieder die Moospflanze entsteht. Bei den auf die Moose folgenden höheren Pflanzen bleibt im wesentlichen dieses Verhältniß, nur daß die erste Generation, welche die Sexualorgane erzeugt, immer mehr abgekürzt wird und dafür die zweite sich immer mehr entfaltet. Die erstere sehen wir nämlich bei den Farnen (§. 149.) noch als den relativ kleinen Vorkeim, welcher die Sexualorgane erzeugt. Die aus diesen sich entwickelnde zweite Generation wird zur Farnkrautpflanze, die aber nur noch während ihrer Jugendperiode von dem Vorkeim getragen und ernährt wird, später selbständig vegetirt, aber wiederum mit der Bildung geschlechtsloser Sporen abschließt, die zur Fortpflanzung dienen, d. h. wieder Vorkeime erzeugen. Bei den höheren Gefäßkryptogamen, die den Uebergang zu den Phanerogamen bilden, zieht sich die Vorkeimgeneration immer weiter zusammen, so daß von ihr wesentlich nur die Sexualorgane (Archegonien und Antheridien) übrig bleiben, und da zugleich eine Differenz in den Geschlechtern der Vorkeime eintritt, indem die einen nur die männlichen, die anderen nur die weiblichen Organe erzeugen, wird der Geschlechtsunterschied schon auf die Sporen, aus welchen die Vorkeime entstehen, zurückverlegt. Wir sehen diese männlichen und weiblichen Sporen in den Mikro- und Makrosporen der höheren Gefäßkryptogamen und in dem Pollen und den Embryosäcken der Phanerogamen. Bei den letzteren ändert sich das Verhältniß auch noch darin, daß nun sogar die Keimung dieser beiderlei Sporen, sowie ihre rudimentäre Vorkeimbildung und der daran sich schließende eigentliche Geschlechtsact (Bildung des Pollenschlauches und Befruchtung der Eizelle in dem Embryosacke der Samenknospe) auf der vorhergehenden Generation, die nun den ganzen Pflanzenkörper darstellt, nämlich in den Blüten stattfindet.

Vertheilung und Entwickelungszeit der Geschlechter. An den lebenden Wesen können die Geschlechter in zweierlei Weise vertheilt sein: entweder so, daß jedes Individuum immer nur eines der beiden Geschlechter repräsentirt, also daß es männliche und weibliche Individuen giebt — der im Thierreiche gewöhnlichste Fall —, oder so, daß beide Geschlechter an einem und demselben Individuum vertreten sind. Im Pflanzenreiche sind beide Verhältnisse zu finden, das letztere aber durchschnittlich häufiger als das erstere; und in so verschiedenartiger Weise auch das Geschlechtsleben in den Entwickelungsgang der Pflanze eingeschaltet sein mag (s. oben), überall ist sowohl die Eingeschlechtigkeit wie die Zweigeschlechtigkeit der Individuen zu finden. Man nennt Pflanzen, von denen das erstere gilt, *zweihäusig* (*diöcisch*), und diejenigen, bei denen das letztere der Fall ist, *einhäusig* (*monöcisch*). Gewöhnlich pflegen zweihäusige Pflanzen in beiden Geschlechtern gesellig beisammen zu wachsen, wodurch die Befruchtung begünstigt wird. Schon bei Thallophyten mit sexueller Fortpflanzung giebt es zweihäusige und einhäusige Arten. Ebenso kommen bei vielen Moosen auf ein und demselben Moospflänzchen sowohl Antheridien wie Archegonien vor, während bei vielen anderen Moosen beide Organe auf verschiedene Individuen vertheilt sind. Bei den Farnen hat meistens jeder Vorkeim sowohl Antheridien wie Archegonien, doch kommt hier auch und namentlich bei den Equisetaceen eine Vertheilung beider auf besondere Vorkeime vor. Von den höheren Gefäßkryptogamen an, wo die Geschlechtsdifferenz schon an den auf der Mutterpflanze sich bildenden Sporen ausgeprägt ist, bezieht

sich die Geschlechtervertheilung auf die letztere. Während die höheren Gefäß- §. 260.
kryptogamen meist einhäufig sind, kommen bei den Phanerogamen die verschiedenartigsten Verhältnisse vor. Hier sind die die Sexualzellen erzeugenden Organe, Staubgefäße und Samenknospen, bekanntlich Theile der Blüte, und es giebt sowohl Pflanzen, bei denen jede Blüte beiderlei Geschlechtsorgane vereinigt, in welchem Falle man die Blüten Zwitterblüten oder hermaphrodite nennt, als auch solche, deren Blüten eingeschlechtlich, theils männlich, theils weiblich sind und je nach der Vertheilung auf ein oder zwei Individuen ein- oder zweihäufig genannt werden. Eingeschlechtliche Blüten müssen sich wechselweise befruchten. Aber auch bei den Zwitterblüten ist durch eigenthümliche Einrichtungen meist die Selbstbefruchtung der Blüten ausgeschlossen oder erschwert, dagegen die Kreuzung derselben ziemlich gesichert. Dieses Verhältniß beruht theils auf der Dichogamie der Blüten (S. 299), d. h. darauf, daß die beiden Geschlechter in der Blüte zu verschiedenen Zeiten ihre Geschlechtsreife erreichen, entweder zuerst die männlichen (protandrisch) oder die weiblichen (protogynisch), so daß entweder allemal eine jüngere Blüte eine ältere oder umgekehrt befruchten muß. Bei anderen Zwitterblüten folgt dasselbe Verhältniß mit Nothwendigkeit daraus, daß in ihnen der Pollen wegen seiner eigenthümlichen Lage und Beschaffenheit nicht von selbst auf die Narbe gelangen kann, sondern von Insekten übertragen werden muß, durch die er dann stets von einer Blüte nach einer anderen gebracht wird, wie bei den Orchideen und Asclepiadeen (S. 303). Mit Hülfe der Bestäubung durch Insekten bringt auch das Verhältnis des Dimorphismus (S. 304) Wechselbefruchtung der Blüten zustande. Hier tritt die Pflanzenart in zwei Formen von Individuen auf: die eine hat lauter Blüten mit langen Griffeln, die andere nur solche mit kurzen Griffeln; jede Blüte aber hat sowohl Staubgefäße, deren Antheren in derselben Höhe stehen wie die Narben der langgriffligen Form, als auch solche, deren Antheren die Höhe der Narben der kurzgriffligen einnehmen. Durch den Insektenbesuch wird immer eine Bestäubung der Narben durch den Blütenstaub der auf gleicher Höhe stehenden Antheren einer vorherbesuchten Blüte herbeigeführt. Wie Darwin's Versuche gezeigt haben, ist denn auch diejenige Verbindung der Geschlechter verschiedener Blüten, wie sie in der Natur bei der Kreuzung durch Insekten ꝛc. herbeigeführt wird, die erfolgreichste. Denn wenn auch sicher ist, daß bei manchen Pflanzen Selbstbestäubung der Blüten (S. 307) keimfähige Samen liefert und in manchen Fällen (kleistogamische Blüten) die einzig mögliche Befruchtung ist, so ist doch von den meisten Pflanzen nachgewiesen, daß Kreuzung der Blüten namentlich zwischen Blüten verschiedener Individuen derselben Art den meisten und den keimkräftigsten Samen, sowie kräftigere und widerstandsfähigere Pflanzen liefert. Und bei den Pflanzen mit dimorphen Blüten kommt dieser günstigste Erfolg immer nur bei der oben bezeichneten Kreuzung zustande, die deshalb als legitime Verbindung bezeichnet wird, während jede illegitime Verbindung einen geringeren Erfolg und die aus einer solchen stammende Nachkommenschaft eine bastardartige Natur zeigt, d. h. es stellt sich eine auffallende Uebereinstimmung mit Eigenschaften ein, die an Bastarden zwischen zwei verschiedenen Arten (S. 654.) aufzutreten pflegen.

Bei den Phanerogamen, die ihre Sexualität mit der Bildung der Blüten erreichen, interessirt es auch, in welchem Lebensalter dieser Zeitpunkt eintritt. Einjährige Pflanzen blühen ein einziges Mal, eben bereits in der ersten und einzigen Vegetationsperiode, welche ihr Leben umfaßt. Bei den mehrjährigen Pflanzen pflegt, sobald sie ein gewisses Lebensalter erreicht haben, im allgemeinen die sexuelle Fortpflanzung sich in jeder jährlichen Vegetationsperiode bis ans Lebensende der Pflanze zu wiederholen. Als bekanntester Ausnahmefall hiervon ist die nur ein einziges Mal blühende Agave americana, die sogenannte hundertjährige Aloe, zu nennen, welche besonders in unseren Breiten erst im höheren Alter, in ihrer Heimath früher, nämlich ungefähr im dreißigsten, in günstigen Lagen schon im siebenten oder achten Jahre blüht, darauf aber regelmäßig abstirbt. Auch ist die jährliche Wiederholung des Blühens bei den übrigen Pflanzen keineswegs eine strenge Regel. Namentlich zeigen manche Holzpflanzen periodische Schwankungen, welche ihren Ausdruck finden in dem völligen Ausbleiben der Blütenbildung oder in geringerem Reichthum an Blüten während einer Reihe von Jahren. Daß

hierbei in hohem Grade der allgemeine Gesundheitszustand der Pflanze, die Gunst oder Ungunst der äußeren Vegetationsbedingungen Einfluß haben, ist sicher; doch scheint vielfach auch unter den normalsten und günstigsten Verhältnissen ein solcher Rhythmus zu bestehen. Auch bei manchen Stauden scheint Aehnliches vorzukommen. Ferner ist es eine ziemlich verbreitete Erscheinung, daß vieljährige Pflanzen ihre Pubertät erst in einem gewissen vorgerückten Alter erreichen. Schon bei Stauden ist es nicht selten, daß sie im ersten Jahre nach der Keimung noch nicht blühen. Bei den Holzpflanzen aber vergeht eine längere Reihe von Jahren; so blühen, wenn sie aus Samen erzogen sind, durchschnittlich: Fichten im 50., Weißtannen im 30., Kiefern im 15. bis 20., Lärchen im 15., Eichen im 60., Rothbuchen im 40. bis 50., Hainbuchen im 20., Haseln im 10., Birken im 10. bis 12., Erlen im 15. bis 20., Ulmen im 40., Linden im 25. bis 30., Ahorn im 25. bis 30., Esche im 25. Jahre. Auch hierauf haben äußere Verhältnisse Einfluß. So wird durch fruchtbaren Boden, welcher die Laubbildung, und durch geschlossenen Stand, welcher den Höhenwuchs begünstigt, das Alter der Mannbarkeit etwas hinausgeschoben, und ein ungewöhnlich kaltes Klima beeinträchtigt oder vereitelt die Bildung von Blüten.

Parthenogenesis und Apogamie. Von der allgemeinen Regel, daß da, wo Geschlechtsorgane vorhanden sind, zur Erzeugung entwickelungsfähiger Keime auch die wirkliche Befruchtung des weiblichen Organes durch das männliche erforderlich ist, giebt es im Pflanzenreiche doch Ausnahmen. Der Fall, wo das weibliche Organ, d. h. die Eizelle, ohne eine Befruchtung empfangen zu haben, in gewöhnlicher Weise zu einem neuen Individuum sich entwickeln kann, wo es sich also um eine eigentliche Parthenogenesis oder jungfräuliche Zeugung handelt, würde gewissermaßen schon auf jener niedrigsten Stufe des Geschlechtslebens, bei der oben erwähnten Kopulation (Bildung von Zygosporen), anzunehmen sein, bei der die beiden sich vermischenden Geschlechter noch keinen differenten Charakter haben; denn es sind hier Fälle bekannt, wo der Inhalt der einen Zelle für sich allein zu einer keimfähigen Spore (Azygospore) sich ausbildet. Bei Pflanzen mit differenten Sexualorganen ist echte Parthenogenesis mit Sicherheit nur in einem einzigen Falle, nämlich bei *Chara crinita* (§. 158.) nachgewiesen, wo die Eiknospen auch bei vollständigem Fehlen aller männlichen Pflanzen und Organe zur Ausbildung kommen und zu neuen Individuen aufkeimen. Parthenogenesis hat man zwar auch bei Phanerogamen angenommen, besonders bei *Coelebogyne ilicifolia*, einer neuholländischen Euphorbiacee, die in unseren Gewächshäusern nur in weiblichen Exemplaren vorkommt und dennoch oft keimfähige Samen hervorbringt. Nach Straßburger entstehen aber in diesem Falle die Embryonen in den Samen nicht aus den Eizellen, sondern wie es bei einigen anderen Phanerogamen neben der sexuellen Embryobildung auch beobachtet worden ist, durch Sprossungen aus den dem Embryosacke angrenzenden Zellen der Samenknospe (S. 329), wodurch eine Polyembryonie zustande kommt. Es würde sich somit diese Erscheinung mehr der sogenannten Apogamie bei einigen Farnkräutern (S. 376) anschließen, wo sich an den Vorkeimen Embryonen und junge Pflanzen entwickeln nicht aus Eizellen der Archegonien, sondern durch Sprossung aus Zellen des Vorkeimes.

§. 261. **Verhältniß der Nachkommen zu den Eltern.** Der Regel nach gehören die zur Fortpflanzung zusammenwirkenden Sexualorgane einer und derselben Species an, und dann ist es ein allgemeines Gesetz, daß die aus den Keimen hervorgegangene Pflanze in allen wesentlichen Merkmalen der Species mit ihren Eltern übereinstimmt. Es besteht daher bei den Pflanzen ein ziemlich strenges Gesetz der Vererbung. Letztere bezieht sich nicht bloß auf die wichtigsten specifischen Charaktere, sondern auch auf die geringfügigsten Merkmale, und überhaupt auf die Eigenschaften jeglicher Qualität, nämlich auf Gestalts- und Größenverhältnisse der Organe, auf die Verhältnisse des inneren Baues, auf stoffliche Bildungen, auf Zeit und Dauer der Entwickelungsperioden, auf Anpassungen an äußere Verhältnisse, wie Standort, Boden, Klima ꝛc. Ja es können nicht bloß die normalen, sondern selbst abnorme, krankhafte Charaktere oder Neigung dergleichen anzunehmen vererbt werden, wie z. B. gewisse Mißbildungen der Blüten, Früchte oder Samen und die Panachirung der Blätter, sowie Bleichsucht und Gelbsucht (§. 249.). Weitere That-

sachen bezüglich Vererbung sind aus den unten angeführten Bemerkungen über Bastardbildung zu entnehmen. §. 261.

Variation. Trotz des allgemein gültigen Gesetzes der Vererbung kommt es doch auch vor, daß an einzelnen oder vielen Nachkommen einer Pflanze neue Merkmale auftreten, und dies geschieht auch unter gleichen äußeren Einflüssen, scheinbar ohne alle Ursache. Diese Erscheinung nennt man Variation und die neuen Pflanzenformen, die dadurch hervorgehen, Varietäten oder Spielarten. Die Thatsache des Variirens läßt sich daraus erweisen, daß wenn man die Samen einer und derselben Stammpflanze gleichzeitig unter ganz gleichen Verhältnissen aussäet, unter den Pflanzen, die man dadurch gewinnt, oft einzelne sind, welche neue Merkmale besitzen, und dies tritt um so häufiger ein, eine je größere Anzahl Samen man aussäet. Darum haben wir auch bei unseren Kulturpflanzen die meiste Gelegenheit Variiren zu beobachten; allein auch an wildwachsenden Pflanzen ist es zu constatiren. Was die Qualität der Merkmale anlangt, die beim Variiren auftreten oder verschwinden, so sind es im allgemeinen nur solche, welche die Charaktere der Species nicht treffen. So variiren die Blätter in der Blattform oder in den Farben, insbesondere als panachirte oder ganz gelb- oder bleichsüchtige (§. 249), oder in der Farbenzeichnung; ferner ändern besonders Blüten und Früchte vielfach nach Größe, Farbe und Geschmack; auch Zeit und Dauer der Entwickelungsperiode der Pflanze können unter die variabeln Merkmale fallen. Ein durch Variation erworbenes neues Merkmal kann bei Fortpflanzung durch Samen sich erhalten; Beispiele hierfür sind die gegrannten Varietäten des Hafers, der weißblühende Flachs, die Varietäten des Kohls, als Kohlrabi, Kopfkohl, Blattkohl, Rosenkohl, Blumenkohl ꝛc Darum hat man auch einige Pflanzenformen, die vielleicht erblich fixirte Varietäten sind, als eigene Species bezeichnet; so *Datūra tatŭla*, die sich durch violette Blüten von *D. stramonium* unterscheidet, *Anagăllis coerŭlĕa*, durch blaue Blüten von *A. arvēnsis* verschieden, *Avēna orientālis*, von *A. satīva* durch die einseitwendige Rispe abweichend. In den meisten Fällen dagegen läßt sich die Varietät trotz sorgfältiger Reinkultur bei Fortpflanzung durch Samen nicht fixiren; bald früher, bald später verlieren sich die neuen Merkmale wieder und die Pflanze nimmt wieder den Charakter der Stammform an. Diese Erscheinung, daß nach Ueberspringung einer oder mehrerer Generationen Merkmale der Vorfahren wiederkehren, wird als Rückschlag oder Atavismus bezeichnet. Die edlen Obstsorten sind bei Fortpflanzung durch Samen nicht fixirbar; sie pflegen daher hierbei stets wieder auf die wildwachsende Stammform zurückzuschlagen. Deshalb erhalten sich dieselben nur durch vegetative Vermehrung, d. h. durch Pfropfen (§. 259.). Während in der Regel beim Variiren die neuen Merkmale mit der Verjüngung der Pflanze durch Samen und dann an allen Theilen derselben gleichförmig hervortreten, sind auch Fälle bekannt, wo an einzelnen Knospen oder Trieben einer Pflanze neue Merkmale sich zeigten. Zu dieser sogenannten Knospenvariation gehört die Erscheinung, daß an manchen Pflanzen bisweilen einzelne Blüten sich in anderer Farbe entwickeln als die übrigen desselben Stockes, z. B. an Georginen, Hyacinthen, Tulpen, *Mirabĭlis* ꝛc.; ferner das Auftreten einzelner panachirter oder ganz bleichsüchtiger Sprosse an Pflanzen mit rein grünen Blättern oder der umgekehrte Fall. Hierher ist auch die Erscheinung zu rechnen, daß an Varietäten von Bäumen mit zerschlitzten Blättern (z. B. von Rothbuchen und Hainbuchen) bisweilen einzelne Knospen normale ganzblättrige Triebe hervorbringen, was als ein offenbarer Rückschlag auf die typische Form zu betrachten ist. — Wenn auch, wie oben hervorgehoben wurde, Variation ganz unabhängig von äußeren Einflüssen, lediglich durch innere Kräfte der Pflanze bedingt sein kann, so läßt sich doch in manchen Fällen ein gewisser Einfluß äußerer Faktoren nicht verkennen. Es ist in der Gärtnerpraxis bekannt, daß man am meisten Aussicht hat, Varietäten zu erzielen, wenn die Pflanzen in gutem Boden oder in verschiedenartigen Bodenmischungen oder Düngungen oder unter anderen abgeänderten äußeren Bedingungen kultivirt werden. Oben ist bereits erwähnt, welchen Einfluß äußere Verhältnisse auf das Variiren der Blütenfarben (S. 628) haben. Ueberhaupt lassen sich namentlich die Beschaffenheiten der Blüten durch veränderte Kulturbedingungen ändern. Die jetzt in zahlreichen schön-

§. 261. und großblütigen Varietäten vorhandenen Pensées sind nachweislich aus der kleinblütigen wildwachsenden *Viola tricolor* durch Kultur in Gärten hervorgegangen. Als Beispiel für eine durch äußere Verhältnisse bedingte Variation anderer Qualität kann die Mohrrübe gelten, welche auf schwerem, unfruchtbarem Boden wieder in die wilde Form mit dünner, holziger, zuckerarmer Wurzel zurückschlägt, während die letztere bei Kultur in gutem Gartenboden dicke fleischige, zuckerreiche Wurzeln bekommt. Ferner hat man in einigen Fällen nachweisen können, daß die in verschiedenen Klimaten vorkommenden Varietäten wirklich durch die veränderten klimatischen Verhältnisse erzeugt sind. So ließ sich durch vergleichende Aussaaten eines und desselben Samens in Paris und in Upsala beobachten, daß die lebhaftere Farbe der Blüten und die ansehnlichere Größe der Blätter in den nördlichen Breiten Folgen der längeren täglichen Beleuchtungsdauer daselbst sind. Wenn Samen südlicher Pflanzen in nördlichen Gegenden angebaut werden, so bilden sich Varietäten mit kürzerer Vegetationsdauer, die dadurch allmählich dem nordischen Klima sich anpassen. Oft vermag aber das veränderte Klima, der veränderte Boden ꝛc. in der ersten oder in den ersten Generationen die ursprünglichen Eigenschaften der Pflanze nicht gleich zu ändern. So können wir durch Anbau nördlicher Varietäten wegen der diesen eigenen kurzen Vegetationsdauer eine schnellere Reife und zeitigere Ernte erzielen. Ebenso lassen sich manche Getreidesorten, die in gewissen Gegenden wegen der dort vereinigt gegebenen günstigen Bedingungen entstanden sind, zunächst mit ziemlich denselben Eigenschaften auch in anderen Gegenden, denen jene Bedingungen fehlen, kultiviren. Aber bei fortgesetzter Inzucht von Samen gehen in der neuen Gegend den Pflanzen nach einigen Generationen die vortheilhaften Eigenschaften wieder verloren, so daß man die letzteren nur durch Samenwechsel erhalten kann. — Wenn unter den Nachkommen einer Pflanze die Individuen mit gewissen neuen Merkmalen ausgewählt werden und zur Fortpflanzung durch Samen gelangen, so werden infolge der Vererbbarkeit der neuen Merkmale neue Sorten gezüchtet. Diese Zuchtwahl oder Züchtung ist entweder eine natürliche oder eine künstliche; ersteres, wenn ein Pflanzenzüchter systematisch versucht, gewisse Varietäten, auf die er es abgesehen hat, zu fixiren; letzteres wenn diejenigen Individuen, die den complicirten Bedingungen, denen sie ausgesetzt sind, am besten entsprechen, die anderen überleben und sich allein fortpflanzen. Das letztere hat zur nothwendigen Folge, daß diejenigen Eigenschaften, welche den gegebenen Verhältnissen am meisten Rechnung tragen, d. h. ihnen am vollständigsten angepaßt sind, sich am sichersten vererben und fixiren; es tritt also eine natürliche Anpassung oder Adaptation an die gegebenen Verhältnisse ein. Dieser thatsächliche Vorgang liegt in erweiterter Auffassung der Darwin'schen Hypothese von der Entstehung der Arten zu Grunde, die hiernach durch Variation und natürliche Züchtung entstanden und deren Merkmale theils als unabänderlich von den Vorfahren ererbte, theils als durch Anpassung neu erworbene gedacht werden.

Bastardbildung. Geschlechtliche Zeugung ist auch zwischen zwei verschiedenen Arten oder Varietäten möglich. Die daraus hervorgehenden Nachkommen zeigen gewisse Merkmale beider Stammformen vereinigt; man nennt sie Bastarde, Mischlinge, Blendlinge oder Hybride und die Erzeugung derselben Bastardbildung, Bastardirung, Kreuzung oder Hybridation. Unter den Kryptogamen giebt es wenig sichere Fälle von Bastardbildung. Durch Vereinigung von Antheridien mit Oogonien bei Tangen ist es gelungen, hybride Keimpflanzen zu erzeugen. Bei den Moosen und den Farnkräutern bedarf es hierzu der Uebertragung von Spermatozoiden aus den Antheridien der einen Pflanze auf die Archegonien einer anderen, was bei dem geselligen Wachsthum verschiedener Moospflänzchen und der Vorkeime verschiedener Farne vorkommen kann. Auch giebt es bei diesen Pflanzen gewisse Mittelformen, die man für Bastarde zwischen nahe verwandten Species betrachtet. Weit häufiger ist aber die Kreuzung bei den Phanerogamen. Hier ist dazu die Uebertragung des Pollens der einen Species auf die Narbe der anderen erforderlich, was entweder auf natürlichem Wege durch Wind, Insekten ꝛc. oder künstlich dadurch geschieht, daß man den fremden Blütenstaub mittelst eines Pinsels auf die Narbe überträgt. Zur Erzielung reiner Resultate

ist es dabei nothwendig die Blüte ihrer eigenen Staubbeutel zu berauben, bevor §. 261.
dieselben aufgesprungen sind und sie auch weiter vor Zutritt fremden Pollens zu schützen. Die Kreuzung ist im allgemeinen nur zwischen systematisch einander nahe verwandten Pflanzenformen möglich, findet daher niemals zwischen Angehörigen verschiedener Pflanzenfamilien statt, ist oft in die Grenzen der Gattung eingeschränkt oder kommt selbst nur zwischen Varietäten einer Species vor. Die Pflanzenformen bastardiren um so schwieriger, je weniger sie sexuell verwandt sind. Diese zur Bastardirung geeignete sexuelle Verwandtschaft ist weder mit der systematischen Verwandtschaft gleichbedeutend noch auf andere Art erklärbar Denn die Neigung zur Bastardbildung ist in den einzelnen Familien sehr ungleich. Ihr besonders günstig sind die Salicineen (so sind von den 32 europäischen Weidenarten über 70 wildwachsende Bastarde bekannt), die Scrophularineen (besonders *Verbáscum*), Solanaceen, Caryophyllaceen (namentlich die Gattungen *Diánthus*, *Lychnis*, *Silène*), Cacteen, Rosaceen (besonders *Rosa* und *Rubus*), Oenothereen (namentlich *Epilobium*), Ranunculaceen, manche Compositen (vorzüglich *Cirsium*) ꝛc., während Kreuzung gar nicht oder nur bei einzelnen Arten bekannt ist bei Gramineen (jedoch sind zwischen Weizenvarietäten, auch zwischen Weizen und Spelz, Weizen und *Aegilops* Bastarde erzielt worden), Papillonaceen (hier nur bei Bohnen, Erbsen, Wicken, zwischen *Medicágo sativa* und *M. falcáta*), Cruciferen (eine Ausnahme machen die leicht bastardirenden Arten von *Nasturtium*), Labiaten ꝛc Wenn eine Blüte gleichzeitig mit Pollen der eigenen Species bestäubt wird, so befruchtet in der Regel dieser und es wird die hybride Befruchtung ausgeschlossen. Doch verhindert die Bestäubung mit Pollen einer anderen Varietät der gleichen Art leicht die Selbstbefruchtung. In seinen Merkmalen hält der Bastard im allgemeinen die Mitte zwischen den Eltern, entweder so, daß die Merkmale der letzteren am Bastard wirklich vermengt sind, indem in Größe, Gestalt, Färbung der Theile wirkliche Mittelbildungen zustande kommen, oder so, daß das eine Merkmal vom Vater, das andere von der Mutter unverändert angenommen wird. Im letzteren Falle entsprechen oft die vegetativen Organe (Stengel und Blätter) mehr der einen, die reproduktiven (Blüten und Früchte) mehr der anderen elterlichen Form; oder der Bastard zeigt z. B. in der Frucht die Farbe und den Geschmack der Mutter, die Form und Struktur des Vaters. Hierbei können auch bisweilen die einzelnen Individuen der aus einer und derselben Kreuzung hervorgegangenen Hybriden sich verschieden verhalten. Aber nach dem allgemeinen Gesetze der Variabilität der Pflanzen zeigen sich an den Bastarden auch neue Eigenschaften, welche keiner der beiden Stammformen zukommen. So ist es für Blendlinge nahe verwandter Arten allgemein charakteristisch, daß sie in ihren vegetativen Organen kräftiger als ihre Eltern sind, indem sie höhere und stärkere Stengel, zahlreichere und größere Blätter haben; auch die Blütenbildung ist an ihnen oft begünstigt, denn sie bringen oft reichlichere Blüten, die überdies nicht selten größer, schöner gefärbt, wohlriechender sind und eine Neigung haben sich zu füllen. Umgekehrt pflegen solche Bastarde in ihren Fortpflanzungsorganen geschwächt zu sein, indem die Staubgefäße entweder zwar äußerlich normal entwickelt sind, aber oft keinen gehörig ausgebildeten Pollen enthalten, oder auch ganz verkümmert sind, und die Samenknospen häufig fehlschlagen oder, wenn sie durch eigenen Pollen befruchtet werden, den Embryo oft nicht ausbilden. Doch erzeugen auch Bastarde nicht selten keimfähige Samen, aber dann meistens in geringerer Menge als ihre Eltern, und wenn solche Nachkommen wiederum sich selbst befruchten, so vermindert sich die Fruchtbarkeit mit jeder neuen Generation. Bastarde der entfernter verwandten Arten sind aber auch in den vegetativen Organen geschwächt, indem sie in allen Theilen kümmerlicher sich entwickeln und bald zu Grunde gehen; die sexuelle Schwächung ist auch bei ihnen vorhanden und um so größer, je weiter die Stammeltern verwandtschaftlich von einander entfernt sind. Die Bastarde haben die Eigenschaft zu variiren meist in höherem Grade als die Stammformen, und zwar um so mehr je näher verwandt die letzteren sind, und bei fortgesetzter Selbstbefruchtung vermehrt sich ihre Variabilität von Generation zu Generation. Dabei kommt sehr häufig ein Zurückschlagen auf eine der beiden Stammformen vor, besonders wenn die letzteren nahe verwandt sind. Die Kreuzung eines Bastardes

mit einer der beiden elterlichen Formen hat in der Regel besseren Erfolg als die Befruchtung mit dem eigenen Pollen, und es werden dadurch Nachkommen erzeugt, die der betreffenden Stammform ähnlicher sind. Wenn dies in der gleichen Weise mehrere Generationen hindurch wiederholt wird, so werden die Nachkommen endlich der Stammform wieder völlig gleich, indem sie ihre Bastardnatur, insbesondere ihre sexuelle Schwäche mehr und mehr verlieren. So kann man eine Species endlich in eine andere, mit der sie zu bastardiren vermag, überführen, wenn man sie und ihre Nachkommen fortwährend mit dem Pollen der letzteren befruchtet.

Die Bestäubung einer Blüte mit dem Pollen einer anderen Species oder Varietät hat bisweilen schon einen direkten Einfluß auf die dadurch erzeugte Frucht, indem sich sogenannte Mischfrüchte bilden, an denen zugleich gewisse Merkmale der Frucht derjenigen Form zu finden sind, welche die Befruchtung ausgeübt hat. So hat man namentlich bei Kreuzungen von Maissorten mit verschiedenfarbigen Körnern Kolben geerntet, die außer Körnern, die der mütterlichen Pflanze gleichgefärbt waren, auch solche enthielten, an denen die Farben des Vaters vertreten waren. Analoge Erscheinungen kennt man von Aepfeln, deren Farbenzeichnung Mischungen der beiden elterlichen Formen zeigten.

Die Uebertragung von Merkmalen der einen Pflanzenform auf eine andere ist aber außer durch geschlechtliche Zeugung in einigen Fällen auch auf vegetativem Wege, d. h. bei Vereinigung durch Pfropfung möglich. Es werden nämlich hierbei bisweilen Merkmale des Pfropfreises auf die Unterlage übertragen und die letztere bildet dann Triebe mit gemischten Merkmalen, sogenannte Pfropfhybride oder Pfropfbastarde. Wenn von *Abutilon Thompsonii* oder anderen Arten dieser Gattung oder von *Evonymus japonicus* die Varietäten mit panachirten Blättern auf die nicht panachirte Stammform gepfropft werden, so bekommen häufig die neuen Triebe der letzteren ebenfalls gescheckte Blätter. Und umgekehrt übertragen sich auch Merkmale der Unterlage auf den Impfling. Ein merkwürdiges Beispiel eines Pfropfbastardes hinsichtlich der Vermischung der Merkmale ist der seit längerer Zeit in den Gärten bekannte *Cytisus Adāmi*. Er ist entstanden aus einer Knospe von *Cytisus purpurĕus*, welche auf *Cytisus labūrnum* gepfropft worden war, und seitdem durch Ableger vermehrt worden. Mit *C. labūrnum* theilt er den baumartigen Wuchs und die vielblütigen Trauben, während die schmutzigrosenrothen Blüten, die Kahlheit der Blätter, Kelche und Fruchtknoten an *C. purpurĕus* erinnern; seine constante Unfruchtbarkeit spricht für seine Bastardnatur. Es kommen aber an ihm häufig auch Sprosse zum Vorschein, welche rein die Merkmale einer oder der anderen Mutterart zeigen, d. h. entweder die vielblütigen gelben Blütentrauben von *C. labūrnum* oder die wenigblütigen rothen Inflorescenzen von *C. purpurĕus* besitzen, oder auch solche Sprosse, welche beide Merkmale vermischt zeigen, indem dann gewöhnlich Trauben von *C. Adāmi* einzelne Blüten von *C. labūrnum* enthalten oder auch an einer und derselben Blüte einige Kelch- und Blumenblätter zu *C. Adāmi*, andere zu *C. labūrnum* gehören; auch Mischung mit Blüten von *C. purpurĕus* sowie solche mit Blüten beider Stammformen sind beobachtet worden. Pfropfbastarde lassen sich auch an krautartigen Pflanzen erzeugen. Das bekannteste Beispiel sind die Kartoffel-Pfropfhybride, durch die man neuerdings die guten Eigenschaften zweier Sorten zu vereinigen trachtet. Man schneidet den Knollen alle Augen aus, setzt in einen Ausschnitt ein genau passendes Stück mit Augen der anderen Knolle ein und bindet es mittelst Bast fest, oder man zerschneidet die schon angetriebenen Knollen, in zwei mit Schößlingen versehene Theile und legt die Schnittflächen je zweier Sorten mittelst eines festen Verbandes aneinander. Die neuen Knollen, die aus solcher Saat geerntet werden, zeigen dann oft die verschiedene Farbe, Gestalt und Größe der beiden Stammformen vermischt.

V. Von der Lebensdauer und dem Tode der Pflanzen.

§. 262. Das Leben der Pflanzen hängt wie dasjenige aller lebenden Wesen von gewissen Lebensbedingungen ab und kann daher jederzeit willkürlich vernichtet werden, wenn man den Pflanzen diese Bedingungen oder auch nur eine derselben entzieht.

Das Leben wird vernichtet 1) durch mechanische Zerstörungen. Doch §. 262.
sind sehr allgemein bei den Pflanzen Verstümmelungen an und für sich keine Todesursache, wenigstens meistens nicht für den verstümmelten Pflanzenkörper, oft auch nicht für die abgeschnittenen Theile. Wie Pflanzen nach Verlust gewisser Organe dieselben wieder zu ersetzen pflegen und Wunden durch einen natürlichen Proceß zu heilen vermögen, wird näher in der Pflanzenpathologie behandelt. Und die Möglichkeit der Vermehrung durch Stecklinge, Pfropfen oder Okuliren, sowie das lange Frischbleiben abgeschnittener Sprosse, wenn sie ins Wasser gesetzt worden sind, beweist schon, daß eine Trennung vom Mutterkörper auch für das abgelöste Organ nicht nothwendig tödtlich zu sein braucht. Ja es erhalten sich sogar abgeschnittene Blätter oder Blattstücke, selbst kleine Schnitte durch solche, namentlich bei Wasserpflanzen, tage- und wochenlang lebendig, wenn sie vor Austrocknung geschützt sind; diejenigen Zellen solcher abgeschnittenen Stücke, welche nicht verletzt sind, bleiben am Leben, und wenn endlich Absterben eintritt, so scheint es weniger die Folge der Verwundung an sich zu sein, als vielmehr des Unterbleibens geeigneter Nahrungszufuhr oder anderer mit der Verletzung zusammenhängender Umstände. Dagegen ist eine Verwundung der Zelle für das in ihr vorhandene Protoplasma in der Regel unfehlbar tödtlich; eine Ausnahme machen die großen schlauchförmigen Zellen der *Vaucheria*, wo oft nur der an eine Wundstelle unmittelbar angrenzende Theil des Protoplasmas getödtet wird, während das dahinter liegende unzerstörte Protoplasma sich rasch zusammenzieht, seine Wundränder wieder an einander schließt und dann wieder ein neues Zellhautstück ausscheidet, welches seitlich an die alte Zellmembran angesetzt wird. Zu den nothwendigen Lebensbedingungen sämmtlicher Pflanzen gehört 2) Wasser, da es ein Bestandtheil jeder lebenden Zelle (sowohl der Zellmembran, wie des Protoplasmas und des Zellsaftes) ist, und den Pflanzen nicht nur als Nahrungsstoff dient (§. 244.), sondern ihnen auch alle zur Ernährung tauglichen festen Stoffe aufgelöst durch die Wurzel aus der Erde zuführt, so daß ohne Wasser weder Samen keimen, noch Pflanzen wachsen können. Je schneller eine Pflanze durch ihre Transpiration (§. 245.) Wasser verliert, desto eher verwelkt sie, wenn die Wasserzufuhr durch die Wurzeln aufhört, und sobald das Welken einen gewissen Grad überschreitet, wird dasselbe tödtlich. Dagegen vertragen die meisten Flechten und Moose einen Wasserverlust bis zum Dürrwerden, und weichen und leben dennoch wieder auf, wenn Regen eintritt. Uebrigens können nur die Samen und Sporen im reifen Zustande, wo alle Lebensprocesse in ihnen vorübergehend sistirt sind, vollständige Austrocknung ohne Schaden ertragen. 3) Sauerstoff, welcher zur Athmung der Pflanzen (§. 253.) nothwendig und daher für diese ebenso eine Lebensbedingung ist wie für die Thiere, indem in sauerstofffreier Luft Pflanzen bald zu Grunde gehen und ohne Sauerstoff weder Keimung der Samen noch Wachsthum (§. 220.), noch die Bewegungen des Protoplasmas (§. 235.) und der reizbaren und periodisch beweglichen Pflanzentheile (§. 227.) stattfindet. 4) Das Licht, welches für alle chlorophyllhaltigen Gewächse insofern eine Lebensbedingung ist, als es zur Bildung des Chlorophylls nothwendig (§. 249.) und wenn dieses vorhanden, eine Bedingung der Assimilation der Kohlensäure und des Wassers zu organischen Verbindungen ist (§. 238.), weshalb alle normal grünen Pflanzen, wenn sie dauernd im Dunkeln oder in ungenügendem Lichte wachsen, keine Zunahme an organischer Substanz zeigen und schneller oder langsamer zu Grunde gehen. Dagegen ist für chlorophyllose Pflanzen (besonders Pilze) Licht keine Lebensbedingung; sie erreichen auch in stetiger Dunkelheit ihre vollständige Entwickelung. Umgekehrt ist concentrirtes Sonnenlicht für die Pflanzen rasch tödtlich, weil es die Athmung in excessivem Grade steigert (§. 253.). 5) Die Temperatur gehört erstens insofern zu den Lebensbedingungen der Pflanzen, als mehrere Lebensfunktionen eine untere und obere Temperaturgrenze haben, d. h. stillstehen, sobald die Temperatur diese Punkte erreicht oder überschritten hat. Insbesondere ist dies bekannt vom Wachsthum und der Keimung (§. 220.), von der Bewegung des Protoplasmas (§. 235.), von den periodischen und Reizbewegungen (§. 227.) und von der Bildung des Chlorophylls (§. 249.). Aber zweitens sind gewisse hohe und niedrige Temperaturen direkt tödtlich. Höhere Pflanzen werden im

§. 262. vegetirenden Zustande bei einer Lufttemperatur von + 51° C an aufwärts binnen 10—30 Minuten getödtet; beim Erwärmen im Wasser geschieht dies schon bei 45—46° C binnen 10 Minuten. Abkühlung ist noch oberhalb des Gefrierpunktes nur tropischen Pflanzen schädlich, indem diese bei längerem Aufenthalte in Temperaturen von wenigen Graden über 0 sterben. Dagegen tritt bei Pflanzen der gemäßigten und kalten Zone der Tod durch Erfrieren meist nur ein, wenn die Temperatur unter den Eispunkt gesunken ist. Von den näheren Erscheinungen und der Ursache des Frosttodes handelt die Pflanzenpathologie. Die größte Widerstandsfähigkeit gegen extreme Temperaturen zeigen trockene Samen und Sporen. Sie ertragen die stärksten Kältegrade ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Während in Wasser gequollene Samen schon durch + 49—52° C getödtet werden, kann man trockene Samen ohne Schaden auf 64—73° C erwärmen und neuerdings ist es sogar gelungen, Samen und Sporen, die man durch besonder Behandlung ganz vollständig ausgetrocknet und darnach mehrere Stunden lang bis auf 100° C erwärmt hatte, noch zum Keimen zu bringen.

Der Tod der Pflanze resultirt aus dem Tode ihrer einzelnen Zellen. Die Pflanzenzellen zeigen im Tode gewisse Veränderungen ihrer Eigenschaften, die im wesentlichen ein und dieselben sind, welches auch die Todesursache gewesen sein mag, und die allgemein als Symptome des Todes der Zelle gelten können. Der ganze Protoplasmakörper schrumpft zusammen, indem er sich mit seiner Hautschicht (§. 33.) von der Zellmembran zurückzieht, wobei der Zellsaft, den er im Saftraume einschloß, aus diesem entweicht und sich zwischen der Zellmembran und dem zu einem Klumpen zusammengezogenen Protoplasmakörper ansammelt. Das im lebendigen Zustande fast klare Protoplasma erhält oft zugleich ein trübes Aussehen durch zahlreiche kleine Körnchen, die in seiner Masse auftreten; die Strömungen, die im lebenden Plasma mancher Zellen sich zeigen, sind erloschen. Bei dieser Desorganisation verschwindet auch der Zellkern, und die Chlorophyllkörner, welche durch das Schrumpfen des Protoplasmas zusammengehäuft werden, verkleinern ebenfalls häufig durch Contraction ihren Durchmesser oder lösen sich mehr oder weniger auf und nehmen, wenn die Zelle Pflanzensäuren enthielt, eine gelbe Farbe an (§. 249.). Das Verhalten des todten Protoplasmas beweist, daß dasselbe seine Molekularstructur verändert hat. Es ist nämlich erstens die Imbibitionsfähigkeit für Wasser (§. 213.) bedeutend geringer geworden; das Plasma hat einen großen Theil seines Wassers verloren und daraus erklärt sich seine Contraction. Zweitens sind auch die Diffusionseigenschaften (§. 214.) desselben auffallend verändert: es ist nicht nur für Flüssigkeiten überhaupt permeabler geworden, sondern zeigt auch ein anderes Verhalten gegen gelöste Körper, indem es viele derselben, denen es im lebenden Zustande Aufnahme und Durchgang versagt, durch sich diffundiren läßt. Dahin gehört das erwähnte Verhalten gegen die organischen Säuren des Zellsaftes, besonders aber gegen gelöste Farbstoffe. Wenn nämlich der Zellsaft einen Farbstoff aufgelöst enthält, so nimmt das Plasma denselben im lebenden Zustande nicht in seine Masse auf, hält ihn also im Saftraume zurück; sobald das Plasma aber getödtet ist, tritt die farbige Lösung ungehindert aus demselben und durch die Zellmembranen aus, und man sieht, daß das getödtete Plasma sogar den Farbstoff absorbirt, sich intensiv mit demselben färbt. Gleiches tritt ein, wenn getödtete Zellen, deren Zellsaft keinen Farbstoff enthält, in eine Farbstofflösung gelegt werden. Diese Zustandsänderungen des Protoplasmas haben nothwendig den Verlust des Turgors der Zelle (§. 214.) zur Folge. Alle diese Veränderungen der einzelnen Zellen erklären auch die veränderten Beschaffenheiten todter Pflanzentheile: die Welkheit, das Weichwerden, das durch stärkere Transspiration des Wassers verursachte rasche Vertrocknen oder, in feuchterer Luft, die unter Fäulniß eintretende jauchige oder breiartige Zersetzung.

Die Frage, ob bei den Pflanzen auch eine innere Nothwendigkeit des endlichen, trotz der Erfüllung aller Lebensbedingungen eintretenden Todes vorliegt, stößt auf Schwierigkeiten, weil im Pflanzenreiche der Begriff des Individuums kein scharf begrenzter ist. Die Eigenartigkeit der Entwickelung der Pflanze bringt es mit sich, daß letztere oft nach einiger Zeit aus anderen Organen als vordem besteht, indem die älteren verloren gehen und immer durch neugebildete wieder ersetzt werden. Darum

ist, namentlich bei langlebigen Pflanzen, das Individuum nach einiger Zeit genetisch noch dasselbe wie früher, obgleich es materiell ein anderes geworden ist. Wo also die Pflanze ein hohes Alter erreicht, da sind es doch thatsächlich immer neue jugendliche Organe (Sprosse und Wurzeln), in denen das Leben pulsirt. Und diese Vorstellung trifft selbst dort zu, wo ein und dasselbe Organ scheinbar unvergänglich bleibt, wie bei den vielhundertjährigen Baumstämmen; denn hier beschränkt sich das unverändert Bleibende auf die an sich todten Gewebe des Holzkörpers, welche nur als mechanische Stütze des Stammes dienen, während die eigentlich lebenden Theile, das Cambium, das Splintholz und das Phloëm doch eben wegen ihrer Weiterbildung durch Zelltheilung und ihrer Regeneration nach einiger Zeit immer wieder verjüngt, also andere geworden sind. Wenn unter diesen Umständen die Frage gegenstandslos wird, ob das Individuum der Pflanze in ähnlicher Weise wie der thierische Organismus durch eine endlich eintretende Erschöpfung der Lebensenergie, durch eine Altersschwäche die Bedingungen des Todes in sich selbst trägt, so könnte doch eben die allgemein verbreitete Erscheinung, daß die Pflanze ihre einzelnen Organe nach gewisser Zeit immer wieder durch andere ersetzt und daß also das Leben immer wieder auf andere jugendliche Zellen übertragen wird, auch bei den Pflanzen an eine endliche Erschöpfung der Lebensenergie, an die Nothwendigkeit des Todes denken lassen. Doch darf dabei nicht vergessen werden, daß als nächste Ursache des Absterbens der Zellen oft noch andere Momente, besonders die durch den Stoffhaushalt der Pflanze bedingten Bedürfnisse sich geltend machen. Auf den Abfall des Laubes im Herbste hat unzweifelhaft die vorhergehende herbstliche Entleerung der Blätter (§. 257.) einen Einfluß, die mit der Beschränkung der Funktion der Blätter auf die Sommermonate im gemäßigten Klima zusammenhängt. Ebenso nahe liegt es, den Grund des alljährlichen Absterbens der grünen Triebe der Stauden nicht in einer senilen Lebensschwäche als vielmehr darin zu suchen, daß aus ökonomischen Gründen die für das Leben verwendbaren plastischen Stoffe aus diesen Organen theils nach den perennirenden Theilen zurückgenommen, theils nach den Samen transportirt worden. Auch die einjährigen Kräuter, bei denen dem Tode der ganzen Pflanze die Wanderung plastischer Stoffe aus derselben nach den Samen hin vorausgeht, würden sich unter diesen Gesichtspunkt stellen. Damit im Einklange steht auch die Möglichkeit, einjährige Pflanzen durch Unterdrückung der Blüten- und Fruchtbildung, zu zwei- oder mehrjährigen zu machen und namentlich die Thatsache, daß einige wenige Pflanzen, die auch nur ein einziges Mal blühen und fruchten, dieses aber erst nach vieljähriger Dauer thun, bis zu diesem Zeitpunkte am Leben bleiben, wie die *Agave*-Arten. §. 262.

Beispiele hohen Lebensalters werden hiernach nur solche Pflanzen bieten, welche wiederholt nach jährlichen oder mehrjährigen Pausen blühen und fruchten und daher mit ihren vegetativen Theilen perenniren. Wenn auch die Rhizome der Stauden keine ansehnliche Größe besitzen, so können doch manche ein unbegrenztes Alter um so eher erreichen, als sie bei ihrer Kleinheit und Verborgenheit vor der zerstörenden Gewalt des Wetters, der die Bäume erliegen, geschützt sind. Denn das Rhizom bringt auch immer neue unterirdische Triebe zur Entwickelung und stirbt dafür in seinen ältesten Theilen wieder ab, so daß es nach einer Reihe von Jahren sich gleichsam erneuert hat, nicht mehr dasselbe ist wie früher, aber dennoch dasselbe Individuum repräsentirt; so wächst des letzteren Größe nicht mit seinem Alter. Aehnlich ist es mit den ganz kleinen Sträuchern der Hochgebirge (Alpenweiden, *Erica*, *Vaccinium* ꝛc.), deren sehr alte Stämmchen mit ihren kurzen Verästelungen hart am Boden wachsen und in ihren ältesten Theilen oft abgestorben sind, während die jüngeren durch neue Bewurzelung das Leben immer wieder erhalten. Bei den Bäumen dagegen reiht sich Jahr für Jahr ein Zweig an den anderen, sie nehmen mit ihrem Alter an Größe zu; doch überschreitet die letztere eine für die einzelnen Bäume bestimmte Grenze nicht; doch auch wenn diese erreicht ist, kommt für das Leben kein Stillstand. Gewöhnlich gehen alte Bäume nur deshalb zu Grunde, weil ihr Stamm durch die Einflüsse des Wetters endlich zerstört wird: alte Stämme werden von den Stumpfen gebrochener Aeste beginnend kernfaul und hohl und schließlich durch den Sturm gebrochen. Daher sind auch viele Beispiele eines historisch nachweisbaren außerordentlich hohen Alters einzelner Bäume bekannt. Unter den alten Linden ist die berühmteste die bei Neustadt am Kocher in Württemberg, die schon im Jahre 1226 von der Chronik als „der große Baum an der Heerstraße“ erwähnt wird und wahrscheinlich ein Alter von nahe an 1000 Jahren hat. Ein Rosenstock am Dome zu Hildesheim wird über 800 Jahre alt geschätzt. Auf dem Oelberge bei Jerusalem stehen über 2000 Jahre alte Oeldämme. Berühmt war der vor mehreren Jahren durch den Sturm gebrochene alte Drachenbaum (*Dracaena Draco*) bei Orotava auf Teneriffa dessen Stamm am Boden 13 m Umfang besaß und schon zur Zeit der Eroberung der Insel durch die Spanier (15. Jahrhundert) ebenso stark und hohl gewesen sein soll und ein mehr-

tausendjähriges Alter erreicht haben muß. Außerordentlich alte Bäume kommen auch unter den Nadelhölzern vor. Ein Eibenbaum auf dem Kirchhofe von Braburn in der Grafschaft Kent hatte schon 1660 einen Umfang von 16,96 m, woraus sich für die Gegenwart ein Alter von etwa 3000 Jahren ergeben würde. Von den californischen Mammuthbäumen (*Wellingtonia gigantea*) erreichen einzelne Exemplare, bis zu einer Höhe von 40 m vollkommen astrein, mit ihrer Krone eine Höhe von 106 m und werden auf 4000 Jahre geschätzt. Als Beispiel höchsten Alters muß der Baobab oder Affenbrodbaum (*Adanson'a digitāta*) in Senegambien gelten, von welchem Adanson Exemplare sah, welche bis 30 m im Umfang und wiewohl nur 9–13 m Höhe, aber durch ihre 16–19 m langen Aeste eine außerordentlich umfangreiche Krone hatten und deren Alter sich bis auf 5000–6000 Jahre berechnet. Da der Steckling und das Pfropfreis nur als Theil eines Individuums zu betrachten sind, so wird auch durch diese bewiesen, daß in vielen Fällen das Individuum eine unbegrenzte Lebensdauer hat, da manche Gewächse, wie z. B. die Bananen, welche die Hauptnahrung der Bewohner in den Tropenländern bilden, seit den ältesten Zeiten nur auf ungeschlechtlichem Wege fortgepflanzt werden.

Literatur über Pflanzenphysiologie: 1) Pflanzenchemie: Rochleder, Phytochemie. Leipzig 1854. — Wolff, Aschenanalysen. Berlin 1871. — Sachse, die Chemie der Farbstoffe, Kohlenhydrate ꝛc. Leipzig 1877. Ebermayer, Physiologische Chemie der Pflanzen. Berlin 1882. — Husemann, Die Pflanzenstoffe. Berlin 1881–1882. 2) Physiologie: Decandolle, Physiologie végétale, Paris 1832, deutsch von Röper. Stuttgart 1833–1835. — Dutrochet, Mémoires pour servir à l'histoire anatom. et physiol. des Végétaux et des Animaux. Paris 1837. — T. de Saussure, Recherches chimiques sur la Végétation. Paris 1804. Treviranus, Physiologie der Gewächse. Bonn 1835–1838. — H. v. Mohl, Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle. Braunschweig 1851. — Meyen, Pflanzenphysiologie. Berlin 1837–1839. — Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. Berlin, 1856–1859. — Sachs, Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig 1865. — Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig 1874. — Knop, Lehrbuch der Agriculturchemie. Leipzig 1868. — Meyer, Lehrbuch der Agriculturchemie. Heidelberg 1876. — Nägeli, Botanische Mittheilungen. München 1861 bis 1867. — Nägeli und Schwendener, Theorie und Anwendung des Mikroskopes. Leipzig 1865–1867. — Schwendener, das mechanische Prinzip in der anatom. Structur der Monokotylen. Leipzig 1874. — Darwin, Ueber die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreiche. Deutsch Stuttgart 1863. — Darwin, Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Deutsch Stuttgart 1868. — Darwin, Die Wirkung der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreiche. Deutsch Stuttgart 1877. — Darwin, Insectenfressende Pflanzen. London 1875. — Darwin, Das Bewegungsvermögen der Pflanze. Deutsch Stuttgart 1881. — Pfeffer, Handbuch der Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882.

VI. Abschnitt.

Von den Krankheiten und den Feinden der Pflanzen. Pflanzenpathologie. Phytopathologie.

§. 263. Auch bei den Pflanzen können alle Abweichungen von den normalen Zuständen der Species als Krankheiten bezeichnet werden. Von den meisten Pflanzenkrankheiten sind die Ursachen bekannt. Solche können liegen 1) in mechanischen Beschädigungen, d. h. in Verwundungen, 2) in Einflüssen der anorganischen Natur, wozu wir die Atmosphärilien, nämlich die Luft hinsichtlich ihrer Bestandtheile, das Licht und die Temperatur, sowie den Boden, überhaupt das Substrat in seinen verschiedenen Beziehungen zur Pflanze rechnen, 3) in Einflüssen, welche von anderen Pflanzen, insbesondere von Schmarotzerpflanzen herrühren, und 4) in Einflüssen, welche durch Feinde aus der Thierwelt auf die Pflanzen ausgeübt werden.

I. Verwundungen und deren Folgen.

Alle mechanischen Trennungen eines Pflanzentheiles, durch welche das organische Gefüge an irgend einer Stelle aufgehoben wird, können als Wunden bezeichnet werden. Die Bruchstellen der auf natürlichem Wege sich ablösenden Pflanzentheile, wie der im Herbste abfallenden Blätter, gehören nicht eigentlich zu den Wunden, da hier schon vor der Ablösung an der Trennungsstelle ein neues Hautgewebe in Gestalt einer Korkschicht gebildet wird (§. 54.). Vielmehr gehören zu den Wunden alle widernatürlichen Trennungen des Gefüges der Pflanze, die durch Stich, Schnitt, Bruch, Zerreißen, Schälen, Nagen, Schlagen, Quetschen, Reiben ꝛc. zustande kommen. Veranlassung dazu geben außer den mannichfaltigen Eingriffen durch Menschenhand zahlreiche thierische Feinde, sowie verschiedene Witterungs-

phänomene, wie Sturm, Hagel, Blitzschlag und die Dimensionsänderungen, die der Frost bewirkt. Auch von selbst können Wunden entstehen, wie beim Aufspringen fleischiger Pflanzentheile, besonders an Kohlrabi, Möhren-, Petersilien- Sellerie-wurzeln, Kartoffeln, Obst ꝛc.; dies ist die Folge einer hohen Gewebespannung (§. 219.), bei der das wachsende Parenchym die Hautgewebe sprengt. §. 263.

Verwundungen der Wurzeln werden veranlaßt außer durch Zufälligkeiten, die bei der Behandlung der Pflanzen vorkommen, durch Thiere, welche die Wurzeln verzehren oder abbeißen. Die Folge ist eine ungenügende Wasserzufuhr, die sich durch Welkwerden, bei härteren Pflanzen durch Gelb- oder Braunwerden, Vertrocknen oder Abfallen der Blätter bemerklich macht. Beim Umsetzen der Pflanzen ist eine Verletzung der Wurzeln unvermeidlich, denn es werden vorzüglich die feineren Saugwurzeln zerrissen oder die mit den Bodentheilchen verwachsenen Wurzelhaare derselben abgerissen, weshalb an umgesetzten Pflanzen wenigstens ein vorübergehendes Welkwerden eintritt, bis neue Saugwurzeln mit frischen Wurzelhaaren sich entwickelt haben (§ 244.).

Verstümmelung des Stammes und der Zweige. Krautartige Pflanzen können den größten Theil ihrer oberirdischen Stengel verlieren ohne getödtet zu werden; die gewöhnliche Folge ist, daß sie neue Knospen bilden, durch die sie sich bestocken und neue oberirdische Triebe bekommen, wie es bekanntlich infolge des Abmähens geschieht. Bei den Holzpflanzen haben wir zu unterscheiden: 1) den Verlust von Knospen oder jüngeren Zweigen. Ein solcher wird veranlaßt durch den künstlichen Schnitt, den man an Obst- und Ziersträuchen, und besonders an denjenigen Gehölzen anwendet, die zu lebendigen Zäunen, Hecken und Formbäumen zugeschnitten werden, ferner beim Verbeißen durch das Wild und anderes Vieh, endlich auch durch manche Insekten, welche die Knospen ausfressen oder die Triebe so durchwühlen, daß dieselben absterben oder abbrechen, wie der Kiefernrüsselkäfer, Erlenrüsselkäfer, Haselnbockkäfer, Kiefernmarkkäfer, Eichenweichkäfer, die Forleulenraupe, Fichtenmotte. Diese Verstümmelungen können ganz jungen Pflanzen tödtlich werden. An stärkeren Pflanzen haben sie eigenthümliche Verzweigungsfehler zur Folge. Es werden nämlich unterhalb der Wunde vorhandene Knospen oder Knospenanlagen, welche sonst nicht zum Austrieb zu kommen pflegen, sogenannte schlafende Knospen (S. 156), geweckt und zu neuen Trieben (Ersatztrieben) entwickelt. Entweder sind dies die kleinen Achselknospen der ersten untersten Laubblätter an der Basis des Sprosses (z. B. bei der Ulme), oder es sind Beiknospen (S. 155, z. B. bei Esche, Lonicere ꝛc.) oder die aus den Achseln der Knospenschuppen entspringenden sogen. Sekundärknospen (S. 156, z. B. bei Weiden, Fichten). Bei der Kiefer entwickelt sich häufig an dem Nadelzweiglein zwischen den beiden Nadeln (S. 184) der sonst ruhende Vegetationspunkt zu einer Knospe (Scheidenknospe), die dann zu einem Triebe auswachsen kann. Da an den verstümmelten Zweigen in der Regel viele schlafende Knospen zu Ersatztrieben auswachsen, so können, besonders wenn die Verstümmelung sich wiederholt, wirklich besenförmige Zweigwucherungen entstehen, und daraus resultiren auch die abnormen Strauch- und Baumformen, welche die Angriffe der oben genannten thierischen Feinde zur Folge haben. 2) Verlust älterer Aeste findet statt bei Blitzschlag, Wind und Schneebruch in Form von Astbrüchen oder Gipfelbruch, sowie bei der Zucht der Kopfhölzer, zu denen sich namentlich Weiden, Pappeln und Buchen eignen, und beim sogenannten Ausästen oder Aufästen der Baumkronen, welches als Grünästung oder Trockenästung bezeichnet wird, jenachdem es sich auf noch lebende oder auf vollkommen todte und dürre Aeste bezieht. Auch hier werden oft unter der Wunde Ersatztriebe gebildet; diese können aber an dem älteren Holze nur aus Adventivknospen (§. 67.) hervorgehen, weshalb sie meist nur an Laubhölzern entstehen, während die meisten Nadelbäume solche Adventivknospen nicht zu bilden vermögen. Wenn diesen der Gipfel verloren geht, so richten sich meist ein oder mehrere Seitentriebe mit ihrer Spitze geotropisch aufwärts und übernehmen dann den Gipfeltrieb; entgipfelte Fichten oder Tannen bekommen auf diese Weise bisweilen zwei oder mehrere Gipfel. Stetig wiederholter Gipfel- und Astbruch hat die Entstehung der Krüppelformen der Bäume an der Baumgrenze in den Gebirgen

§. 263. zur Folge. 3) Verlust des Baumstammes ist für die Nadelhölzer in der Regel tödtlich, weil sie keine Adventivknospen bilden, während Laubhölzer vermöge dieser Fähigkeit aus dem Stammstumpfe meist kräftige Triebe in großer Anzahl, sogenannte Stockausschläge oder Wurzelausschläge bilden, durch die das Leben der Pflanze erhalten wird.

Rinde- und Holzverletzungen der Stämme werden durch mannichfaltige Veranlassungen herbeigeführt, nämlich beim Schälen, welches Hirsche besonders an Nadelbäumen ausüben, beim Nagen der Mäuse und Eichhörnchen, bei Quetschungen der Rinde durch Hagelschlag, sowie bei verschiedenen Verwundungen, die durch Menschenhand hervorgebracht werden, wie beim Einschneiden von Zeichen und Inschriften und namentlich bei den Operationen zum Zwecke der Harzgewinnung aus den Nadelbäumen. Bei dem in Thüringen üblichen Harzscharren werden den Fichtenstämmen in Brusthöhe ca 2 m lange Rindestreifen bis auf das Holz herausgenommen, und in den entstandenen Rinnen (Lachten) sammelt sich der hervorquellende Terpentin, welcher dann mit dem Scharreisen herausgekratzt wird. Bei der Gewinnung des Terpentins von Bordeaux aus *Pinus pinaster* und desjenigen aus *Pinus nigricans* in Oesterreich wird nur eine Kerbe in die äußeren Holzschichten eingehauen und bei derjenigen des venitianischen Terpentins aus der Lärche nur ein bis gegen die Mitte des Baumstammes reichendes Bohrloch angebracht, aus welchem dann der ausfließende Terpentin abgezapft wird. Wenn die Verwundungen zum Zwecke der Harzgewinnung zu groß sind und zu häufig wiederholt werden, so leiden die Bäume darunter, indem die unten erwähnten Zersetzungserscheinungen des Holzes eintreten, der Baum nur schlechten Zuwachs zeigt und als Bauholz unbrauchbare Stämme liefert. Auch einige Insektenschäden gehören hierher, namentlich der Borkenkäferfraß. Diese Käfer, welche theils Nadelhölzer, theils Laubhölzer bewohnen, fressen innerhalb der Borke bis zum Bast und Cambium Gänge (Fig. 638.), was das

Fig. 638.
Fichtenrinde mit Borkenkäferfraß.
Innenfläche eines vom Splinte abgenommenen Rindenstückes, rechts ein Lothgang mit einigen Luftlöchern und fast rechtwinklig abgehenden Larvengängen vom großen Fichtenborkenkäfer (*Bostrichus typographus*), an den übrigen Stellen die Horizontalgänge des kleinen Fichtenborkenkäfers (*Bostrichus chalcographus*). Nach Ratzeburg.

Absterben und Abfallen der Rinde in der ganzen Ausdehnung der befallenen Stelle zur Folge hat. Bei manchen Borkenkäfern gehen die Gänge in lothrechter Richtung (Lothgänge); zur Seite dieses Mutterganges werden die Eier abgelegt, und die auskommenden Larven fressen in ungefähr rechtwinkliger Richtung dazu Gänge (Larvengänge), in deren erweitertem Ende die Verpuppung stattfindet. Andere Borkenkäferarten machen sternförmig auseinanderlaufende Muttergänge (Horizontalgänge), wieder andere wagerecht oder schiefgerichtete (Wagegänge). Baumstämme, die in mäßigem Grade von Borkenkäfern angegriffen sind, können am Leben bleiben,

indem unter der abgestorbenen Rinde von den Rändern der Fraßstellen aus Ueber- §. 263.
wallungen (s. unten S. 665) sich bilden. Bei stärkerer Befallung tritt rasch der Tod ein unter Trockenwerden, was man als Trockniß oder Wurmtrockniß bezeichnet. Im allgemeinen ist als Folge von Rinde- und Holzverletzungen der Stämme zu bemerken, daß wenn die Entrindung nicht den ganzen Umfang des Stammes einnimmt, nach den Gesetzen über die Stoffwanderung (§. 250.) das Abwärtswandern der zur Ernährung der Wurzeln bestimmten plastischen Stoffe keine Unterbrechung erleidet und darum der Baum fortleben kann, daß dagegen jener Fall eintritt, wenn die Entrindung ringförmig den Stamm umfaßt, vorausgesetzt, daß unterhalb der Ringelung kein Zweig mit grünen Blättern steht; denn wenn letzteres der Fall ist, erhält der unterhalb des Ringschnittes befindliche Theil plastische Stoffe zugeführt. Stehen keine belaubten Zweige unterhalb der Ringelung, so werden die plastischen Stoffe oberhalb derselben zurückgehalten, was sich schon dadurch bemerklich macht, daß dann meist nur an dem oberen Wundrande eine desto stärkere Ueberwallungswulst sich bildet. Da aber dabei auch den Wurzeln keine assimilirten Stoffe zugeführt werden, so sterben dieselben und mit ihnen auch die Pflanze früher oder später ab, wenn nicht inzwischen die Ringelwunde durch Ueberwallung oder Regeneration der Rinde (s. unten S. 665) sich geschlossen hat. Daß hiervon diejenigen Pflanzen eine Ausnahme machen, welche nicht in einem Kreise, sondern zerstreut stehende Fibrovasalstränge oder auch an der Marksеite des Gefäßbündelkreises Phloembündel besitzen, ist oben (§. 250.) erwähnt worden.

Verlust und Verletzung der Blätter. Das Laub geht den Pflanzen oft durch die Gefräßigkeit gewisser Thiere verloren, besonders vieler Insekten, wie Maikäfer an Laubbäumen, Forleulen, Kiefernspinner ꝛc. an Kiefern, Blattkäfer, Erdflöhe, Glanzkäfer, verschiedener Schmetterlingsraupen an Kräutern. Auch wenn dabei nur das Mesophyll unter Stehenbleiben der Rippen verzehrt wird, so ist dies dem totalen Verlust des Blattes gleichbedeutend, weil solche Blätter nicht weiter lebensfähig sind. Wohl aber bleibt ein Blatt am Leben, wenn es nur einzelne Stücke verliert, sobald diese nicht den größten Theil des Blattkörpers ausmachen, oder wenn es an vielen Punkten durchlöchert wird durch Fraß oder durch die von Rüsselkäfern herrührenden feineren Stiche. Doch können junge Blätter dadurch Verkrüppelungen erleiden. Die Minirraupen höhlen die Blätter aus, indem sie unter Stehenbleiben der Epidermis beider Blattseiten das Mesophyll ausfressen und dadurch Höhlungen bilden, in denen sie leben, bald in Form zierlicher Gänge, bald auf größere Strecken im Umkreise. Bei Kräutern ist eine totale Entlaubung ungefähr gleichbedeutend mit dem Verlust der ganzen oberirdischen Sprosse; und je mehr ihnen diese wichtigen Assimilationsorgane beeinträchtigt sind, desto geringer ist ihr Ertrag an Früchten, Knollen, Rüben ꝛc. Bei Holzpflanzen, wenigstens bei mehrjährigen und älteren Pflanzen ist eine totale Entlaubung meist nicht tödtlich. Durch die stehengebliebenen Achselknospen der Blätter sind diese Pflanzen einer Wiederbelaubung fähig, und diese tritt dann entweder in normaler Weise erst im nächsten Frühjahre oder schon im Fraßjahre selbst ein. Im letzteren Falle liegt eine sogen. proleptische Entwickelung der Triebe vor (S. 184.); dies findet namentlich dann statt, wenn die Entlaubung zeitig im Sommer erfolgt ist. Doch ist die Wiederbelaubung immer schwächer als die verloren gegangene war. Auch die Holzbildung wird durch Kahlfraß beeinträchtigt, indem stets der in einem solchen Sommer gebildete Jahresring bedeutend schwächer ausfällt als bei normalen Verhältnissen; und wenn Wiederbelaubung in demselben Sommer eintritt, so kann dabei in den ein- und wenigjährigen Zweigen auch eine wirkliche Verdoppelung des Jahresringes stattfinden, indem nach vorzeitigem Abschluß des ersten Ringes mit der Neubelaubung eine abermalige schwache Holzringbildung anhebt. Zweige, welche sämmtliche Blätter verloren haben und nur schwache Wiederbelaubung entwickeln, sterben leicht unter Trockenwerden ab; besonders bei Bäumen, die häufig von Kahlfraß betroffen werden, nimmt Zweigdürre nach und nach überhand.

Als weitere Folgen der Verwundung der Pflanzentheile überhaupt sind noch zu berücksichtigen 1) die abnormen Secretionen, 2) die natürliche Wundenheilung durch Kork, Callus oder Ueberwallung und 3) die Zersetzungserscheinungen oder Wundfäule.

§. 263. Abnorme Secretionen. Bei manchen Holzpflanzen tritt infolge von Verwundung an den Wunden oder in der Nähe derselben eine abnorme Absonderung von Stoffen auf, welche die Wundfläche überziehen und oft in Menge auf derselben sich anhäufen oder wenigstens den Holzkörper daselbst erfüllen, insbesondere die Höhlungen der Gefäße und Holzzellen, also die durch die Verwundung geöffneten Poren des Holzes verstopfen und somit wahrscheinlich als natürliche Wundendecke conservirend wirken. Bei den Nadelhölzern ist dies eine abnorme Harzbildung oder Resinosis. Infolge einer Verwundung fließt hier zwar zunächst immer dasjenige Harz aus, welches in den normalen Harzkanälen dieser Pflanzen enthalten ist. Es entsteht aber dann auch Harz in den Holzzellen, sowohl die Membranen derselben durchdringend als auch die Höhlungen erfüllend (sogenanntes Kienholz), und in denjenigen Jahresringen des Holzes, welche in der Nähe einer Wunde gebildet werden, pflegen Harzkanäle in größerer Menge als im normalen Zustande aufzutreten. Endlich entsteht bei Verwundungen Harz auch durch Auflösung von Zellen des Holzes oder des Bastes; es bilden sich dann mit Harz erfüllte größere Höhlungen, sogenannte Harzdrusen; bisweilen nehmen dieselben auch dadurch ihren Ursprung, daß an ihrer Stelle vorher in abnormer Menge ein Holzparenchym gebildet wird, dessen Zellen sich dann mit Harz erfüllen und in Harz auflösen. Um eine abnorme Gummibildung, Gummikrankheit, Gummosis oder Gummifluß als Folge von Verwundung handelt es sich bei den Amygdalaceen, besonders bei Kirschen, Pflaumen und anderem Steinobst, wo das Secret als das bekannte Kirschgummi ausfließt und die Wunden verschließt. Dieselbe Secretion findet bei den *Acacia*-Arten statt, wobei das Gummi arabicum, und bei *Astragălus*-Arten, (*A. creticus, aristātus, gummifer, verus*), wobei das Traganthgummi gewonnen wird. Bei den Amygdalaceen entsteht das Gummi zuerst im Holze der Wundstellen und der in der Nähe derselben befindlichen oder mit solchen bedeckten Aeste, und zwar die Höhlungen der Gefäße und Holzzellen ausfüllend, indem die Verdickungsschichten der Membranen dieser Elemente sich in Gummi verwandeln und aufquellen; ferner treten im Holze kleinere oder größere mit Gummi erfüllte Drusen auf, welche zusammenfließen können, auch bis ins Cambium und in die Rinde sich fortsetzen und dann zu einem Ausfluß von Gummi an die Oberfläche der Stämme und Aeste Veranlassung geben können. Jene Gummidrusen im Holze entstehen dadurch, daß in den nach der Verwundung sich bildenden Jahresringen kleinere oder größere ganz aus abnormem Holzparenchym bestehende Gewebecomplexe auftreten, deren Zellen dann von der Mitte aus beginnend sich vollständig in Gummi auflösen. Das Traganthgummi entsteht durch Aufquellen und Gummidesorganisation der Membranen der Rinde- und Markstrahlzellen bei den genannten *Astragălus*-Arten infolge von Verwundungen.

Wundenheilung. An vielen Wunden bildet sich ein neues Zellgewebe, durch welches die Wunde vernarbt. Dasselbe stellt in der Hauptsache ein neues Hautgewebe dar, welches das verloren gegangene ersetzt und der Wundstelle zum Schutze dient; in manchen Fällen werden durch diese Neubildung zugleich noch andere verloren gegangene Gewebe regenerirt. Wir unterscheiden: a. Heilung durch Wundkork. Bei parenchymreichen Pflanzentheilen, wie fleischigen Wurzeln, Knollen, Stengeln, Succulenten, bildet sich aus den der Wundfläche zunächst liegenden unverletzten Parenchymzellen durch wiederholte Theilung mittelst Scheidewänden, die der Wundfläche parallel orientirt sind, und durch Verkorkung der Membranen eine bräunliche Schicht von Kork, die sich rings um die Wunde an das stehengebliebene alte Hautgewebe ansetzt. b. Heilung durch Callus an der Schnittfläche der Stecklinge, häufig auch an den Wunden der Blattflächen. Unter Callus versteht man eine Gewebewulst, welche sich an der Wundfläche bildet, indem die angrenzenden unverletzten Zellen papillen- oder schlauchförmig vorwachsen und dabei oft sich durch Theilung vermehren und in ein parenchymatisches Gewebe übergehen. An Stichstellen und anderen Blattwunden verkorken sämmtliche Membranen der papillösen oder parenchymatischen Zellen des Callus und gewähren dann denselben Schutz, wie sonst der Wundkork. Die Bildung des Callus an der Schnittfläche der Stecklinge kann von sämmtlichen Zellen mit Ausnahme der Holz- und Bastfasern und der Epidermiszellen ausgehen; selbst von

den geöffneten Gefäßen aus, indem die an letztere angrenzenden Holzparenchymzellen in das Lumen des Gefäßes zu Ausstülpungen, sogenannten Thyllen, auswachsen, welche die Gefäße verstopfen und die dann ebenfalls an der Callusbildung sich betheiligen können. Im Steckling-Callus constituirt sich unter der Oberfläche desselben ein Meristem, aus welchem in gewöhnlicher Weise eine Korkschicht sich bildet, die daher den ganzen Callus überzieht und ihn schützt. Zur Heilung durch Callus gehört auch die Regeneration von Rinde und Cambium an den Schälwunden der Holzpflanzen, indem hier im Callus noch eine weitergehende Differenzirung von Geweben zustande kommt. Wenn nämlich die Rinde so abgezogen wird, daß man die Wunde nicht berührt, und namentlich, wenn man die letztere durch geeignete Bedeckung oder Umhüllung vor Austrocknen schützt, so bleiben auf dem entblößten Splinte noch Cambiumzellen lebensfähig zurück und können Veranlassung zur Callusbildung auf der ganzen Wundfläche oder doch an vielen Punkten derselben geben. An der Oberfläche dieses Callus bildet sich wieder eine Korkschicht, welche zum Periderm des neuberindeten Theiles wird. Aus den inneren dem Holze angrenzenden Zellen des Callus dagegen constituirt sich eine neue Cambiumschicht, die dann wieder den weiteren Zuwachs des Holzes in die Dicke vermittelt, während die weiter nach auswärts liegenden Zellen des Callus die Beschaffenheit von Rinde- und Bastzellen annehmen. Bei allen denjenigen Schälwunden dagegen, wo die Cambiumschicht vertrocknet oder zerstört ist, und bei allen Verwundungen, wo der Holzkörper selbst verletzt ist, kann sich auf der Wundblöße des letzteren kein neues Gewebe regeneriren. Hier erfolgt die Heilung 3) durch Ueberwallung (Fig. 639.). Diese geht immer von den Rändern einer Holz- §. 263.

Fig. 639.

Ueberwallung von Schälwunden eines Fichtenstammes. Der Querschnitt des Stammes zeigt wie aus dem Verlauf der Jahresringe zu schließen ist, die in drei verschiedenen Jahren entstandenen Schälwunden, welche durch Ueberwallung von den Seiten her sich wieder zu schließen suchen. Nach Ratzeburg.

wunde, nämlich von der rings um den Rand einer solchen Wunde befindlichen Cambiumschicht aus. Während die letztere an den umliegenden unverletzten Partien den Fortgang des normalen Dickewachsthums vermittelt, entwickelt sich von ihr aus ein Ueberwallungswulst um die Wunde, welcher ebenfalls aus Holz, Cambium, Bast und Rinde besteht und immer weiter auf der Fläche derselben fortrückt, so daß diese endlich durch die Ueberwallung völlig wieder bedeckt werden kann. Bei seiner ersten Entstehung ist der Ueberwallungswulst ein von der Cambiumschicht producirter Callus; aus den innersten Zellen dieses letzteren constituirt sich aber ein neues Cambium, welches an das alte sich ansetzend in konverem Bogen gegen die Wunde hin umlenkt, wodurch das spätere Wachsthum des Ueberwallungswulstes und somit die Bildung von Holz über die Wundfläche hin bedingt wird. Zugleich entsteht an der Oberfläche des Callus eine Korkschicht, und da auch quer durch die verwundete Rinde sich ein Korkgewebe entwickelt, so steht auch die Korkschicht des Ueberwallungswulstes mit der alten Korkschicht, dem Periderm der unverletzten umliegenden Partien, im Zusammenhange. Ueberwallungen bilden sich besonders an Flachwunden der Stämme, Aeste und Wurzeln, also an Schälwunden, an eingeschnittenen Zeichen und Inschriften,

§. 263. die durch die Ueberwallung ausgefüllt werden können wie ein Abdruck, desgleichen auch an Aststumpfen, namentlich wenn Aeste glatt am Stamme abgeschnitten sind; auch bei Spaltwunden, z. B. an geborstenen Baumstämmen, wo sich die Ueberwallung bis auf die Innenseite hohler Baumstämme hineinzieht. Die Ueberwallung erklärt auch die Möglichkeit der Verwachsungen von Stämmen, Zweigen und Wurzeln mit einander, was nicht nur zwischen den Gliedern eines und desselben Baumes, sondern auch zwischen denjenigen nebeneinander wachsender Bäume, jedoch im allgemeinen nur zwischen solchen einer und derselben Species möglich ist. Wo sich Holz aus Callus neu regenerirt, hat dasselbe zunächst eine vom normalen Holze abweichende Struktur; solches Wundholz besteht nur aus kurzen parenchymatischen Holzzellen und aus eng- und kurzzelligen Gefäßen; erst bei weiterer Ablagerung von Holz nehmen die nun sich bildenden Elemente nach und nach die Beschaffenheit der Bestandtheile des normalen Holzes an. An Ueberwallungen zeigt aber das Holz oft eine andere Beschaffenheit, die wir als Maserholz oder Wimmer bezeichnen. Es besteht zwar aus denselben verschiedenartigen Elementen wie das normale Holz, ist auch wie dieses in Jahresringe gegliedert, aber die Holzbündel sind nicht in der Längsrichtung parallel geordnet, sondern zeigen einen stark geschlängelten Verlauf. Dies hat seinen Grund theils darin, daß in der Nähe von Wunden oft eine Menge von Adventivknospen entsteht (S. 661). Mögen dieselben nun sich ausbilden oder wie es meist geschieht, zeitig wieder absterben, so bleiben doch ihre kleinen Holzkörper wie kleine Stiftchen mit dem Splint in Verbindung und bedingen in der Cambiumschicht ebenso viele Unterbrechungen, um welche sich die neuen Holzlagen herumlegen und also verbogenen Verlauf annehmen müssen. Theils aber rührt die Maserung auch daher, daß gewisse Markstrahlen eine außerordentliche Breite bei geringer Länge annehmen, so daß sie im Tangentialschnitte kreisförmige oder oblonge Parenchymcylinder darstellen und dadurch die angrenzenden Holzbündel in mannichfaltig schiefe und gebogene Stellung verschieben. Diejenigen Stellen holziger Pflanzentheile, an welchen das Holz maserig geworden ist, haben die Neigung stärker als die übrigen Stellen sich zu verdicken und zu Anschwellungen heranzuwachsen, welche als Maserkröpfe oder Kropfmaser bekannt sind und da sie oft ein hohes Alter erreichen, bisweilen von kolossalen Dimensionen, besonders an der Seite oder am Grunde der Baumstämme gefunden werden, z. B. an Linden, Eichen, Birken, Rüstern, Pappeln, Ahorn.

Zersetzungserscheinungen als Folgen von Verwundung, oder Wundfäule tritt ein, wenn die Wunden nicht durch den natürlichen Heilungsprozeß (s. oben) binnen einer gewissen Zeit verschlossen werden, und nimmt um so stärker Grade an und dringt um so tiefer in das Gewebe ein, je länger die Wunde unverschlossen und den Einflüssen der Atmosphärilien ausgesetzt bleibt. Bei weichen, saftigen Pflanzentheilen verwandelt sich das Gewebe in eine mißfarbige, mürbe oder jauchige Masse; hierher gehören auch die infolge von Fraß oder auch eigenen Aufspringens entstehenden kranken Stellen bei Kartoffeln, Rüben ꝛc., die als Schorf oder Grind bezeichnet werden. Bei den Bäumen treten infolge von Verwundungen besonders am Holzkörper Zersetzungserscheinungen ein, die man oft mit dem allgemeinen Namen Brand oder Nekrose bezeichnet. Das erste Stadium ist eine Bräunung des Holzes, welches aber dabei noch seine Festigkeit besitzt. Bei fortschreitender Zersetzung verliert das Holz immer mehr an Festigkeit und Gewicht und verwandelt sich endlich in eine mürbe, zerreibliche Masse, deren letzter Zersetzungszustand eine pulverförmige erdige Substanz, Baumerde oder Moder darstellt. Bei Anwesenheit reichlicher Feuchtigkeit nimmt das wundfaule Holz eine röthliche, bräunliche oder schwärzliche Farbe an; dies bezeichnet man als Rothfäule und je nach dem Orte, an welchem sie sich zeigt als Wurzelfäule, Stockfäule, Astfäule, Kernfäule oder Splintfäule. Bei geringerer Feuchtigkeit und ungehindertem Luftzutritte entsteht die Weißfäule, wobei das faule Holz weiß oder sehr blaßbräunlich aussieht. Rothfaules Holz ist an Kohlenstoff procentisch reicher, weißfaules ärmer als gesundes Holz. Häufig siedeln sich auf faulem Holze verschiedene saprophyte Pilze an, welche den Zersetzungsprozeß beschleunigen. Wundfäule, besonders diejenige, welche den Stamm kernfaul und zuletzt hohl macht, geht vor-

zuglich von Astbruchstellen und Schnittflächen der Aeste aus. Man muß daher diese Schnittflächen möglichst in vertikaler Richtung, dicht am Stamme und von glatter Oberfläche machen, um die Heilung durch Ueberwallung zu befördern, oder durch einen Ueberzug von Theer oder Baumwachs die Wunde vor den Zersetzungserscheinungen schützen.

II. Krankheiten, die durch Einflüsse der anorganischen Natur hervorgebracht werden.

1) **Licht.** Da das Licht zu den Lebensbedingungen aller chlorophyllhaltigen Pflanzen gehört, so giebt dauernde Dunkelheit oder ungenügende Beleuchtung Veranlassung zu krankhaften Erscheinungen. Licht ist nothwendig zur Bildung des Chlorophylls, weshalb Pflanzen in konstanter Dunkelheit die als Etioliren, Vergeilen oder Verschnaken (§. 249.) bezeichnete Krankheit bekommen. Ferner findet im Dunkeln keine Assimilation (§. 238.) statt. Endlich treten bei Ausschluß von Licht an den chlorophyllhaltigen Pflanzentheilen Abnormitäten des Wachsthums ein (S. 562). §. 264.

2) **Temperatur.** Das Leben der Pflanzen kann gestört werden erstens durch Hitze, sobald entweder die Temperatur bis zu dem tödtlichen Grade (§. 262.) gestiegen ist, oder die obere Temperaturgrenze derjenigen Funktionen erreicht ist, welche von der Temperatur abhängig sind, wie das besonders vom Keimen und Wachsen (S. 561) bekannt ist. Zweitens hat Kälte einen schädlichen Einfluß, und zwar zunächst deshalb, weil viele Lebensfunktionen bei gewissen noch oberhalb des Gefrierpunktes liegenden Thermometergraden, welche nicht tödtlich sind, ihre untere Temperaturgrenze haben, nämlich das Keimen und Wachsen (S. 561), die Wurzelthätigkeit (§. 244.), die Bildung des Chlorophylls (§. 249.), dann aber auch deshalb, weil sehr erniedrigte Temperatur, besonders Frost, den Pflanzen tödtlich ist. In letzterer Beziehung ist jedoch zu unterscheiden zwischen Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen, weil die Erstarrung der Pflanzensäfte zu Eis nicht nothwendig den Tod veranlaßt. Werden Pflanzentheile plötzlich starken Kältegraden ausgesetzt, so erstarren sie durch und durch zu steinharten Körpern, wie es z. B. bei Kartoffeln vorkommt. Gefrieren dagegen Pflanzentheile allmählich bei geringen Kältegraden (1 bis 4° C), wie es bei uns im Freien der gewöhnliche Fall ist, so bilden sich zusammenhängende Eismassen nicht in den Zellen, sondern zwischen denselben, indem der Saft aus den Zellen austritt und erst dann erstarrt, während die letzteren selbst nicht gefrieren, aber durch den Wasserverlust mehr oder weniger zusamenschrumpfen. Die Eismassen bestehen aus Eiskrystallen, welche miteinander parallel und zusammenhängend stets rechtswinklig auf demjenigen Gewebe stehen, aus welchem der Saft ausfriert. Sie entstehen da, wo entweder natürliche Höhlungen in den Geweben vorhanden sind oder die Zellen am wenigsten fest aneinander haften, daher besonders in den Markhöhlen und in der Rinde; aus letzterer treten sie bisweilen unter Durchbrechung der Epidermis in Form von Eisfäden, -kämmen, -blättern oder -locken hervor. Bedingung einer so massenhaften Eisbildung an der Pflanze ist aber, daß dieselbe noch mit lebensthätigen Wurzeln im Boden steht, denn die Wurzelthätigkeit liefert den ausfrierenden Eismassen immer neues Wasser. Der Verlust des Wassers aus den Geweben erklärt auch die häufig beim Gefrieren eintretenden Krümmungen der Pflanzentheile, namentlich die bogenförmige Abwärtsneigung der Stengelspitzen; denn dabei wird an den verschiedenen Seiten des Stengels, der Blätter ꝛc. die Gewebespannung ungleich, besonders aber tritt durch den Wasserverlust eine allgemeine Erschlaffung wie beim Welken ein. Wenn Pflanzentheile, die in dieser Weise gefroren sind, in wärmere Temperatur gebracht werden, so können sie am Leben bleiben; das Wasser der aufthauenden Eisbildungen wird dann wieder von den Zellen aufgenommen, welche dadurch wieder turgescent und frisch werden. Oder die gefrorene Pflanze erweist sich beim Wiederaufthauen todt; dann bleiben die Zellen schlaff und weich; der Saft wird von den Zellen nicht wieder aufgenommen und läßt sich wie aus einem Schwamme aus dem Pflanzentheile ausdrücken, wenn dieser reichlich davon

§. 264. enthielt. An der Luft verlieren solche Theile rasch durch Verdunstung ihr Wasser, werden schnell welk und meist unter Dunkelfärbung trocken, während sie in feuchter Umgebung in Fäulniß übergehen. Die Erklärung dieses zweifachen Erfolges kann darin liegen, daß den Zellen durch die Bildung von Eismassen das Wasser bis zu dem Grade entzogen worden ist, welcher für dieselben tödtlich ist, oder daß das auskrystallisirte Wasser nach einiger Zeit verdunstet ist und dann den Zellen nicht wieder zugeführt werden kann. Andererseits hat auch oft ein sehr rasches Aufthauen erstarrter Pflanzentheile den Tod zur Folge, während dieselben unter sonst gleichen Umständen bei ganz allmählichem Aufthauen am Leben bleiben. Je weniger reich an Saft ein Pflanzentheil ist, desto weniger tritt in der Kälte ein Erstarren seines Wassers zu Eis ein. Darum sind auch dem Erfrieren die saftreichen Organe, wie Knollen, Zwiebeln, die im Vegetationszustande befindlichen Pflanzen am meisten ausgesetzt, weit weniger die Stämme, Zweige und Knospen der Holzpflanzen im Winter, weil diese Theile gerade in dieser Jahreszeit sehr saftarm sind. Daher erfrieren auch die bei uns nicht acclimatisirten Holzpflanzen mit langer Vegetationsdauer, weil sie bei Eintritt des Winters noch nicht gehörig ausgereifte Triebe besitzen, viel leichter als die heimischen Gehölze. Der Schutz, den schlechte Wärmeleiter den Pflanzen gegen das Erfrieren gewähren (Zusammenhäufeln der Kartoffeln ꝛc. zu großen Haufen, Bedecken der Pflanzen mit Stroh, Laub, Moos ꝛc., die günstige Wirkung der Schneedecke, das Bespritzen der Pflanzen nach Nachtfrösten mit kaltem Wasser, das Anzünden von Rauchfeuern in den Weinbergen bei Nachtfrösten) beruht darauf, daß dieselben nicht bloß die Abkühlung verhindern, sondern auch bei etwa eingetretenem Gefrieren das Aufthauen verlangsamen und dadurch unschädlich machen. Der Frost bringt auch lokale Beschädigungen an den Pflanzen hervor: abgestorbene, mißfarbige Blattspitzen und Blattflecken, erfrorene Frühlingstriebe, die bei den Holzpflanzen meist in ähnlicher Weise wie die durch mechanische Verstümmelung verloren gegangenen (s. oben) ersetzt werden, Frostspalten, die an stärkeren Baumstämmen bei heftigem Frost infolge der durch die Kälte bedingten stärkeren Zusammenziehung des Holzes in tangentialer Richtung entstehen, sowie das Absterben des Cambiums und der Rinde, die dann trocken wird und sich vom Stamme ablöst, was man als Brand bezeichnet, wenn es in größerer Ausdehnung auftritt, oder als Krebs, genauer Frostkrebs, wenn es auf kleinere Wunden beschränkt ist, die dann zwar durch Ueberwallung sich zu heilen suchen, deren Ueberwallungswülste aber meist im nächsten Winter wieder erfrieren.

3) **Beschaffenheit des Mediums.** Die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ist auf das Befinden der Pflanzen von Einfluß. Denn erstens ist der Sauerstoff derselben eine nothwendige Lebensbedingung (S. 657), indem bei Mangel desselben oder wenn er zum Theil durch ein anderes Gas vertreten ist, die Athmung sistirt wird, alles Wachsen unterbleibt und Erstickung eintritt. Zweitens bedarf die chlorophyllhaltige Pflanze der atmosphärischen Kohlensäure nothwendig zur Assimilation (§. 238.), sie wird aber schon durch einen Gehalt von wenigen Procenten Kohlensäure getödtet. Endlich hat der Wasserdampfgehalt der Luft Einfluß auf die Verdunstung (§. 245.) und auf das Wachsthum (S. 564).

Die Bodenbeschaffenheit kann in vielen Beziehungen Krankheiten der Pflanzen verursachen. In mechanischer Hinsicht verlangen die meisten Pflanzen einen bis zu einem gewissen Grade porösen Boden, dessen Poren Luft enthalten, denn Zutritt frischer Luft aus der Atmosphäre zu den Wurzeln ist zur Unterhaltung der Athmung der letzteren nothwendig, daher eine Lebensbedingung dieser Organe. Bei gewissen sehr wenig porösen Bodenarten ist die Undurchlässigkeit so groß, daß darin Wurzeln leicht absterben. Denselben Erfolg hat es auch, wenn bei übermäßiger Nässe, daher auch bei zu starkem Begießen, die Poren des Bodens mit Wasser verstopft sind. In beiden Fällen tritt Wurzelfäule ein, die Welken und Absterben der oberirdischen Theile, bei Bäumen ein allmähliches Kränkeln und endliches Absterben der Krone zur Folge hat. Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung des Bodens kommen zunächst die Nährstoffe der Pflanze in Betracht, denn wenn im Boden nicht Kali-, Kalk-, Magnesia- und Eisensalze mit Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlor und einer Stickstoffverbindung

(Salpetersäure oder Ammoniak) vorhanden sind, so ist keine normale Pflanzenentwickelung möglich, und dieses gilt schon, wenn auch nur eine einzige der aufgezählten Verbindungen fehlt (§. 241.); die Pflanzen sterben dann vorzeitig ab, bei Eisenmangel unter Gelb- oder Bleichsucht. Zu den für die Pflanze nothwendigen Bestandtheilen des Bodens gehört aber auch das Wasser. Infolge starker Trockenheit des Bodens wird erstens die Keimung der Samen verhindert oder, wenn sie bereits begonnen hat, gestört; doch können schon gekeimte Samen unter theilweisem Absterben der gebildeten Keimtheile wieder austrocknen, ohne die Fähigkeit zu verlieren bei abermaliger Befeuchtung zu keimen und neue Keimtheile zu bilden. Für erwachsene Pflanzen hat eine plötzlich eintretende Trockenheit des Bodens Welkwerden und sobald dieses einen gewissen Grad erreicht hat und eine gewisse Zeit andauert, Absterben zur Folge. Am längsten widerstehen diejenigen Pflanzen, welche sehr langsame Verdunstung haben (§. 245.), wie die Succulenten, und diejenigen, welche über einen mächtig entwickelten Holzkörper, der ihnen als Wasserreservoir dient (§. 246.), verfügen, wie die Bäume. Wird aber eine entwickelte Pflanze von einer Trockenheit betroffen, die nicht so hochgradig ist, um ein acutes Welken und Absterben zu veranlassen, so erhält sich das Leben eine längere Zeit, aber die Blätter sterben von den älteren nach den jüngeren zu fortschreitend unter Gelb- oder Braun- und Trockenwerden allmählich ab, was bei den krautartigen Gewächsen auch schließlich den Tod der ganzen Pflanze zur Folge hat; diese Erscheinungen werden als Verscheinen des Getreides und anderer Saaten, bei den Holzpflanzen als Sommerdürre bezeichnet. Wenn schon von der Keimung der Samen an der Boden einen sehr geringen Gehalt an Nährstoffen oder an Wasser hat, so kann sich die Pflanze bis zum natürlichen Abschlusse des Lebens, d. h. bis zur Wiedererzeugung von Samen entwickeln, aber unter bedeutender Reduktion der Größe aller ihrer Organe, d. h. als Zwerg (☞ S. 564). Pflanzen, die auf gutem Boden eine ansehnliche Größe erreichen, findet man daher als Zwergpflanzen, oft nur von wenigen Millimetern Höhe, besonders auf sterilem, dürrem Boden.

Gifte. In der atmosphärischen Luft und im Boden können auch für die Pflanzen giftige Bestandtheile zufällig vorkommen. So ist für die Vegetation der Hütten- und Steinkohlenrauch, der von Hütten- und Fabrikessen producirt wird, verderblich, und zwar wegen der in ihm enthaltenen schwefligen Säure. Leuchtgas, wenn es aus Gasleitungsröhren in den Boden ausströmt, tödtet die Wurzeln und kann dadurch das Eingehen der Bäume in Alleen verursachen, wo Gaslaternen angebracht sind. Viele Flüssigkeiten und wässerige Lösungen sind für die Pflanzen Gifte. Dazu gehören alle freien Säuren bei nur einigermaßen erheblicher Concentration und die Alkalien schon in äußerst diluirter Lösung, ferner eine Menge Salze, wie Kupfervitriol, Eisenvitriol, Schwefelmetalle, auch Chlormetalle, wenigstens in stärkerer Concentration, was namentlich auch vom Kochsalz für diejenigen Pflanzen gilt, die nicht an Salinen und Meeresufern ihren natürlichen Standort haben. Carbolsäure ist für Keimpflanzen tödtlich, wenn 0,5 g davon in 100 ccm des Wassers enthalten sind, mit welchem begossen wird.

Mißbildungen, Monstrositäten oder Bildungsabweichungen nennt man §. 265.
abnorme Veränderungen der Gestalt der Pflanzentheile. Sie treten nicht selten auf an Pflanzen, die im übrigen gesund sind und es läßt sich meistens keine bestimmte Ursache derselben angeben. Die durch Parasiten hervorgebrachten ähnlichen Bildungen (s. unten) sind nämlich hier ausgeschlossen. In manchen Fällen scheinen sie ohne äußere Veranlassung spontan, nämlich als Variation (S. 653) aufzutreten und sind bisweilen auch vererbbar. Aber vielfach haben äußere Umstände, namentlich Bodenverhältnisse, einen unverkennbaren Einfluß. Denn nicht selten zeigen die Pflanzen auf sehr gutem, nährstoffreichem Boden oder auch bei reichlicher Feuchtigkeit Neigung, Monstrositäten hervorzubringen. Auch wenn eine Pflanze ihres Stammes oder einer großen Anzahl ihrer Zweige beraubt worden ist, erscheinen an den darnach sich bildenden neuen Trieben, auf die sich dann die disponiblen Nährstoffe concentriren und die dann eine üppige Entwickelung annehmen, besonders leicht mannichfaltige Mißbildungen. Ueberhaupt repräsentiren die letzteren meist eine reichlichere Verwendung plastischen Materials, es sind

§. 265. substanzreichere Bildungen als die normalen und können daher auch als Hypertrophien[1] bezeichnet werden. Wir schließen daher ihre Betrachtung am passendsten hier an. Die rein morphologische Behandlung derselben hat sich zu einem selbständigen Gebiete, der Pflanzenteratologie (§. 2.) ausgebildet. Die Bildungsabweichungen lassen sich unter folgende Gesichtspunkte bringen:

1) Vergrößerung der Theile in normaler Form, wo also die Vergrößerung in den der Norm entsprechenden proportionalen Dimensionen erfolgt. Hierher gehören der Riesenwuchs, wenn krautartige Pflanzen auf nährstoffreichem Boden in ungewöhnlich großen Dimensionen sich entwickeln, sowie die Wasserreiser oder Räuber, wo sich dies auf einzelne Sprosse einer Pflanze bezieht, nämlich auf die aus dem Stamme oder den Aesten der Bäume, besonders der Obstbäume, entspringenden gerade aufrecht wachsenden sehr kräftigen Triebe, die aber meist nur dann sich entwickeln und die Hauptnahrung an sich ziehen, wenn die Krone schon kränklich ist.

2) Vergrößerung einzelner Organe in abnormer Form, d. h. in nicht proportional bleibenden Dimensionen, aber in normalem Charakter. Die wichtigsten dieser als Verunstaltungen oder Deformationen zu bezeichnenden Mißbildungen sind: a. die Verbänderung oder Fasciation der Stengel, wobei dieselben infolge mächtiger Entwickelung der Terminalknospe in einer einzigen Querrichtung eine bandartig plattgedrückte oft sehr breite Form annehmen, und wobei meist die Blätter regellos verschoben sind, besonders an kräftigen Stockausschlägen der Holzpflanzen, b. die Anschwellungen, welche an Stengeln und Wurzeln auftreten, wozu auch der sogenannte Kropf des Kohls und verwandter Pflanzen gehört, der bis faustgroße Dimensionen annimmt, c. verschiedene an Blättern vorkommende Mißbildungen, wie die Spaltung (fissio) bei den Varietäten mit zerschlitzten Blättern (varietas laciniata, incisa ꝛc.), die Durchstoßung (pertusio) bei Pflanzen mit durchbrochenen Blättern, die Kräuselung (crispatio), die durch gesteigertes Wachsthum der Lamina zwischen den Rippen entsteht, bei den vielen krausblättrigen Varietäten, d. mannichfaltige Verunstaltungen an Blüten und Früchten, wozu auch die Pelorien[2] gehören, d. h. Blüten, die normal zygomorph sind und durch entsprechende Veränderungen actinomorph (S. 256) werden.

3) Uebergang der Organe in einen anderen morphologischen Charakter. Hier handelt es sich namentlich um die Umwandlungen der verschiedenen Blattorgane der Blüte in einander, also um eine abnorme Metamorphose (S. 150, 209, 269) derselben. Je nachdem Blütenblätter in Laubblätter, Kelchblätter, Blumenblätter, Staubgefäße oder Pistille sich umwandeln, spricht man von Phyllodie[3] oder Verlaubung, Sepalodie[4], Petalodie[5], Staminodie[6] und Pistillodie[7]. Man unterscheidet hierbei eine vorschreitende Metamorphose, wenn ein Blattorgan in ein normal höher an der Blütenachse stehendes umgewandelt ist, und eine rückschreitende im entgegengesetzten Falle. Die erstere ist weniger häufig; sie tritt auf z. B. als Pistillodie der Staubgefäße bei *Sempervivum* und *Papaver*, wo dann rings um das Pistill eine Menge kleiner Pistille stehen. Die rückschreitende Metamorphose kommt vor als Verlaubung der Hüll- und Deckblätter verschiedener Blütenstände, sowie namentlich der Blütenblätter selbst, unter denen dies am häufigsten den Kelch, die Blumenblätter und das Pistill betrifft (Fig. 640). Wenn sämmtliche Blätter einer Blüte in laubartige Bildungen umgewandelt sind, so hat dies eine vollständige Auflösung der Blüte zur Folge, die man Antholyse[8], Chloranthie[9] oder Vergrünung nennt. Bei der Verlaubung des Pistills sind die Samenknospen entweder völlig verkümmert oder ebenfalls in abnorm vergrößerte verlaubte Bildungen umgewandelt (☞ S. 290). Ferner tritt rückschreitende Metamorphose als Petalodie namentlich an den Staubgefäßen auf, was die Bildung sogenannter gefüllter Blüten zur Folge hat, wie bei

1) Zusammengesetzt aus ὑπέρ über und τρέφειν ernähren. 2) von πέλωρ das Ungeheuer. 3) von φύλλον Blatt. 4) von sepalum Kelchblatt. 5) von πέταλον Blumenblatt. 6) von stamen Staubgefäß. 7) von pistillum Pistill. 8) zusammengesetzt aus ἄνθος Blüte und λύω auflösen. 9) zusammengesetzt aus χλωρός grün und ἄνθος Blüte.

§. 265.

Fig. 610.

Vergrünung der Blüten von Trifolium repens.

Bei A sind zwei Kelchblätter ss laubartig, und aus dem Pistill ist ein gestieltes Laubblatt geworden, von welchem nur das Endblättchen g ausgebildet ist. Bei B ein schwächerer Grad, wo das Pistill zu einem schmalen, kahnförmigen Blatt sich geöffnet hat, an dessen Rande zwei Rudimente von Samenknospen sitzen. A nach Caspary, B nach Cramer.

Rosen, Nelken, Tulpen ꝛc. (vergl. S. 269, Fig. 331.). Wenn in eingeschlechtigen Blüten die Geschlechtsorgane mehr oder weniger vollständig die Ausbildung des anderen Geschlechts annehmen, so wird dies als Heterogamie[1]) bezeichnet; es kommt z. B. bei *Salix* und *Populus*, sehr häufig beim Mais vor.

4) Vermehrung der Zahl der Organe. a. Vervielfältigung der Blattorgane. Die Zahl der Blätter kann sich entweder dadurch vermehren, daß an einer Stelle, wo normal kein Blatt steht, ein solches auftritt, oder dadurch, daß an der Stelle wo normal ein Blatt sich befindet, deren zwei erscheinen. Ersteres wird als Chorise[2]), letzteres als Dedoublement[3]) bezeichnet. Dasselbe kann auch mit den Blättchen eines zusammengesetzten Blattes geschehen, wie bei den vier- und mehrblättrigen Kleeblättern. Die Vervielfältigung der Blätter eines Quirles nennt man Polyphyllie[4]); sie tritt sowohl in der Laubblattregion auf, z. B. wenn Pflanzen mit gegenständiger Blattstellung quirlständige Blätter bekommen, als auch in den Blüten, wo es namentlich Blumenblätter und Staubgefäße, bisweilen auch die Pistille betrifft. Alle solche Blüten nennt man, weil durch die veränderten Zahlenverhältnisse der Plan des Diagramms (§. 110.) ein anderer wird, metaschematische[5]). Wenn dagegen die Zahl der Blattquirle sich vermehrt, so spricht man von Pleotaxie[6]). Diese kommt besonders in den Blüten vor, am häufigsten im Perigon oder in der Blumenkrone; auch auf diese Weise kommen gefüllte Blüten zustande.

b. Vermehrte Knospen- und Sproßbildung. Wenn an einer normal verzweigten Axe die Zahl der Zweige größer als gewöhnlich ist, wie es z. B. an manchen Blütenständen vorkommt, so wird dies als Polycladie[7]) bezeichnet. Wenn aber eine Axe, die normal nicht verzweigt ist, Auszweigungen bekommt, so kann dies entweder eine Dichotomie[8]) der Axe selbst sein, was sowohl an vegetativen Axen, als im Blütenstande, als auch an der Blütenaxe beobachtet wird, oder es handelt sich um die Bildung von terminalen oder seitlichen Sprossen, eine sogenannte Sprossung (proliferatio). Im letzteren Falle kann man unterscheiden zwischen Endsprossung oder Durchwachsung (diaphysis[9]) und Achselsprossung (ecblastesis[10]), ersteres wenn die neue Sprossung durch den terminalen

1) Zusammengesetzt aus ἕτερος anders und γάμος Ehe. 2) χώρισις Trennung. 3) dédoubler verdoppeln. 4) zusammengesetzt aus πολύς viel und φύλλον Blatt. 5) zusammengesetzt aus μετά anders und σχῆμα Figur. 6) zusammengesetzt aus πλείων mehr und τάξις Ordnung. 7) zusammengesetzt aus πολύς viel und κλάδος Trieb. 8) zusammengesetzt aus δίχα zweifach und τέμνω schneiden. 9) zusammengesetzt aus διά durch und φύω wachsen. 10) ἐκβλάστησις Austeimen.

§. 265. Vegetationspunkt der Axe, letzteres wenn sie in den Blattachseln erzeugt wird. Wenn im Blütenstande Durchwachsung vorkommt, so wächst die Axe häufig als belaubter Sproß weiter. Achselsprossung im Blütenstande erzeugt oft wieder Inflorescenzen, so daß die Aehre sekundäre Aehren, das Köpfchen sekundäre Köpfchen trägt ꝛc. Wenn in Blüten Durchwachsung vorkommt, so wächst die Axe aus der Blüte bald in Form einer zweiten Blüte, bald eines Blütenstandes, bald eines Laubsprosses heraus, was z. B. bei Rosen in allen drei Formen vorkommen kann; dasselbe ist auch an Rosaceen, Ranunculaceen, Umbelliferen (Fig. 641.), Papilionaceen, Primulaceen, Compositen ꝛc. zu beobachten. In denselben Formen zeigt sich auch die Achselsprossung der Blüte, so daß auch auf diesem Wege, nämlich wenn die Achselsprossen wieder Blumenblätter entwickeln, gefüllte Blüten entstehen können. Bisweilen hat der Sproß, der sich in einem Blütenstande oder in einer Blüte entwickelt, die Beschaffenheit eines Zwiebelchens und die Fähigkeit nach dem Abfallen sich zu bewurzeln und zu einem neuen Individuum sich zu entwickeln; solche sogenannte lebendiggebärende Pflanzen (plantae vivipārae) finden sich besonders unter den Gräsern.

Fig. 641.
Durchwachsung der Blüte von Daucus carōta.
Zwischen den beiden verlaubten Carpellen der Blüte A tritt die durchwachsende Blütenaxe hervor und bildet bei B eine zweite Blüte, deren Carpellen a und b ebenfalls vergrünt sind und zwischen sich eine abermalige Durchwachsung in Gestalt einer gestielten Einzelblüte und eine aus der Achsel von b entspringende kräftigere Achselsprossung, welche die Form eines vierblütigen Döldchens angenommen hat, hervortreten lassen. Nach Cramer.

5) Verwachsung von Organen. Nahe beisammen stehende Organe können schon bei ihrer Anlage verwachsen auftreten und sind es dann auch im ausgebildeten Zustande. Dies geschieht zwischen Blättern, zwischen einem Blatt und dem Achselsproß desselben, zwischen Haupt- und Seitenaxen, zwischen Knospen (Synophthie[1]), häufig auch zwischen Blüten (Synanthie[2]) und zwischen Früchten (Syncarpie[3]); letzteres ist entweder die Folge einer Synanthie oder tritt auch zwischen nicht synanthischen Blüten ein, wenn die reifenden Früchte nahe beisammen stehen und bei der Zunahme ihres Umfanges sich aneinander pressen.

6) Verminderung der Zahl und Größe der Organe. Im Gefolge anderer Monstrositäten schwinden nicht selten gewisse Organe, namentlich in den Blüten, sei es daß die betreffenden Theile überhaupt gar nicht angelegt werden, was man Fehlschlagen (abŏrtus) nennt, sei es daß sie zwar angelegt, aber in einem mehr oder minder frühen Zustande nicht weiter ernährt werden und rudimentär bleiben, in welchem Falle man von Atrophie[4], Verkümmern oder rudimentärer Bildung spricht.

---

1) Zusammengesetzt aus σύν zusammen und ὀφθαλμός Auge, Knospe. 2) zusammengesetzt aus σύν zusammen und ἄνθος Blüte. 3) zusammengesetzt aus σύν zusammen und καρπός Frucht. 4) zusammengesetzt aus α privatīvum und τροφή Nahrung.

III. Krankheiten, die durch andere Pflanzen (Schmarotzerpflanzen) hervorgebracht werden.

§. 266. Die parasitische Lebensweise einer Pflanze auf einer anderen Pflanze (§. 240.) ist in der Regel für die letztere mit gewissen nachtheiligen Eingriffen in deren Lebensprozeß verbunden, die sich als mehr oder minder ausgeprägte Krankheiten darstellen. Von phanerogamen Schmarotzern sind als ihren Nährpflanzen schädlich besonders die Cuscuteen oder Seidenarten, namentlich die Flachsseide und Kleeseide (S. 597), sowie die Orobancheen (S. 597) zu nennen. Ferner wird eine große Anzahl wichtiger und verderblicher Pflanzenkrankheiten durch parasitische Pilze veranlaßt (☞ S. 442—446). Die Art, wie ein Schmarotzerpilz auf seine Nährpflanze wirkt, kann unter folgende allgemeine Gesichtspunkte gebracht werden. Entweder werden die Zellen der Nährpflanze als solche nicht zerstört, aber ihr Inhalt wird mehr oder weniger ausgesogen, indem das Protoplasma sich vermindert oder zusammenschrumpft, die Chlorophyllkörner unter Gelbfärbung zerstört werden, was mit einem bald schnelleren, bald langsameren Absterben der Zelle endigt. Der Pflanzentheil wird infolge dessen gelb oder braun, verwelkt, schrumpft zusammen und vertrocknet oder geht in faulige Zersetzung über, wenn er saftreich ist oder in feuchter Umgebung sich befindet. So z. B. bei der Kartoffelkrankheit, bei vielen Rostpilzen, den Mehlthaupilzen, bei denjenigen Pyrenomyceten, welche Blattfleckenkrankheiten erzeugen, bei den parasitischen *Pezīza*- und *Botrȳtis*-Formen. Oder zweitens der Pilz zerstört die Membranen der Zellen, indem er sie mit seinen Fäden in allen Richtungen durchwuchert und auch in das Innere der Zellen eindringt; dadurch wird die ganze Zelle zerstört, das Zellgewebe aufgelöst, was einen Zerfall des Pflanzentheiles zur Folge hat. So bei den meisten Bandkrankheiten. Endlich drittens der Pilz saugt weder die Zellen aus noch zerstört er sie, sondern übt eine Art Reiz auf dieselben, wodurch sie reichlichere Nahrung an sich ziehen und zu erhöhter Bildungsthätigkeit, nämlich zu eigenthümlichem Wachsthum oder Vermehrung angeregt werden. Die Folge dieser Wirkung ist die Entstehung von Hypertrophien (S. 670), von Neubildungen, deren Form und Beschaffenheit je nach Nährpflanzen und Parasiten verschieden sind; solche Bildungen fallen unter den allgemeinen Begriff der Gallen oder Cecidien[1] und werden hier mit Beziehung auf ihre Erzeuger Mycocecidien[2] genannt. Den normalen Funktionen der Pflanze sind die Gallen oder die mit solchen behafteten Theile meist entzogen, weshalb auch diese Art der Wirkung als etwas krankhaftes gelten muß. Hierher gehören z. B. die Hypertrophien, welche manche Peronosporeen, wie *Cystōpus candĭdus* und manche Rostpilze namentlich die Aecidienformen, hervorbringen ꝛc. Wir zählen hier die wichtigsten pilzparasitären Krankheiten nach den Familien der Pilze geordnet auf.

1) **Perisporiacēae** (§. 173.). Die zahlreichen Arten der Gattung *Erysīphe* stellen den Mehlthau auf den Blättern zahlreicher Pflanzen dar, und zwar sind dies je nach Nährpflanzen eigene Arten, z. B. derjenige auf Rosen, das sogenannte Rosenweiß, ist *E.* (*Sphaerothēca*) *pannōsa*, der auf Hopfen, Gurken, Kürbis und vielen andern Kräutern *E.* (*Sphaerothēca*) *Castagnēi*, der auf Klee und anderen Kräutern *E. Martii*, der auf Getreide und Gräsern *E. gramĭnis*. Eine nur in der Conidienform bekannte Art dieser Pilze ist auch das *Oïdium Tuckĕri* auf den Weinbeeren, welches die Ursache der Traubenkrankheit ist. Gegen diese Parasiten, weil sie epiphyte (§. 171.) sind, ist besonders das Schwefeln von Erfolg.

2) **Pyrenomycētes** (§. 175.). Hierher gehören zahlreiche Schmarotzerpilze, welche die Ursachen ebenso vieler verschiedener Pflanzenkrankheiten sind. Die Gattung *Rhizoctonĭa*, Wurzeltödter, überzieht mit ihrem dichten violetten Mycelium die Wurzeln der Luzerne, die Zwiebeln des Saffrans ꝛc. und tödtet diese Theile, so daß durch das Absterben der Pflanzen Fehlstellen auf den Aeckern entstehen. Die Gattung *Fumāgo*, welche mit ihrem dunkeln Mycelium und

1) Von κηκίς Gallapfel. 2) zusammengesetzt aus μύκης Pilz und κηκίς Gallapfel.

§. 266. darauf stehenden verschiedenen Fruktifikationen die Blätter vieler Holzpflanzen, sowohl im Freien, wie in den Gewächshäusern überzieht, stellt den sogenannten Rußthau dar, der sich besonders an den durch Honigthau klebrigen Stellen ansetzt. Dieser Gattung nahe verwandt sind noch folgende ebenfalls meist als dunkle Flecken auf grünen Pflanzentheilen erscheinende und diese verderbende, meist im Conidienzustande auftretende Pyrenomyceten: der Rapsverderber (*Sporidesmium exitiosum*) auf Rapsschoten, *Sporidesmium putrefaciens*, welches die Herzfäule der Runkelrüben auf den Blättern verursacht, *Fusicladium dendriticum* als sogenannte Rostflecken auf Aepfeln und Blättern des Apfelbaumes, sowie einige verwandte Pilze auf anderen Pomaceen, *Polythrincium trifolii*, welches das Schwarzwerden des Klees verursacht. Eine große Anzahl von Pyrenomyceten ist die Ursache von Blattfleckenkrankheiten, indem ihr Mycelium im Gewebe des Blattes meist nur auf kleine Stellen beschränkt ist und daselbst Gelb- oder Braun- und Trockenwerden der Blattmasse bedingt; es sind Arten von *Sphaerella*, welche aber meist nur in Form von conidientragenden Fruchthyphen (S. 462: fruktificiren, wie die Formen *Ramularia*, *Cercospora*, *Cylindrospora*, oder in derjenigen eines conidientragenden Stroma (S. 466), wie die *Gloeosporium*-Formen und das *Sphacelōma ampelinum*, welches den sogenannten Brenner oder das Pech der Reben oder die Anthracnose[1] verursacht, oder in Form von Spermogonien und Pykniden, wozu alle diejenigen Pilzformen gehören, die man als *Depazea*, *Ascochyta*, *Septoria* und *Phoma* bezeichnet. Unter den zusammengesetzten Pyrenomyceten giebt es folgende bemerkenswerthe Parasiten: Das *Polystigma rubrum*, welches die rothen Blattflecken auf den Pflaumenbäumen verursacht (S. 459), die Arten von *Dothidea* oder *Phyllachora*, deren schwarzes Stroma den Blattschorf auf verschiedenen Pflanzen darstellt, der Kolbenpilz der Gräser, *Epichloë typhina*, der an der Scheide des obersten Blattes junger Grashalme das Wachsthum derselben erstickt, die Arten von *Nectria*, deren rothe Perithecien und rothe conidientragenden Stromata (*Tubercularia*) auf der Rinde von Gehölzen wachsen und hier den Krebs veranlassen, endlich das Mutterkorn, welches das Sclerotium des in den Blüten des Getreides und anderer Gräser lebenden *Claviceps purpurea* darstellt (S. 468: 473).

3) **Discomycetes** (§. 178.). In der großen Gattung *Peziza* giebt es einige parasitische Arten, nämlich *Peziza calycina*, welche auf Stämmen und Zweigen der Lärche wächst und hier den Krebs verursacht, ferner mehrere Arten, welche Blattfleckenkrankheiten hervorbringen, wie besonders *Pseudopeziza trifolii* am Klee, endlich die *Peziza Fuckeliana*, deren Mycelium gewöhnlich mit schimmelartigen conidientragenden Fruchthyphen (*Botrytis cinerea*) sowohl saprophyt auf verschiedenen faulenden Pflanzenresten u. dergl. als auch parasitisch in Blättern, Stengeln, Zwiebeln der verschiedenartigsten Pflanzen lebt (Raps, Speisezwiebeln, Klee, Pelargonien ꝛc.) und diese Theile tödtet, wobei das Mycelium bisweilen Sclerotien bildet, die im nächsten Frühjahr keimen und die Fruchtbecher der *Peziza* erzeugen, deren Sporen ebenso wie die Conidien den Pilz und die Krankheit von neuem hervorbringen. Ferner sind hier noch zu nennen der Ritzenschorf auf den Nadeln der Weißtanne (*Hysterium nervisequium*) und der Fichte und Kiefer (*H. pinastri*) und der Runzelschorf, besonders der auf den Ahornblättern (*Rhytisma acerinum*).

4) **Gymnoasci** (§. 179.). Der in den Früchten des Pflaumenbaumes lebende *Exoascus pruni* verwandelt dieselben in die unter dem Namen Taschen, Schoten oder Hungerzwetschen bekannten langgestreckten, kernlosen, hohlen Mißbildungen, und der auf grünen Blättern vegetirende *E. deformans* ist die Ursache der Kräuselkrankheit des Pfirsichbaumes.

5) **Hymenomycetes** (§. 184.). Hierher gehören fast lauter große Schwämme, die meist als Saprophyten auf dem Erdboden oder auf faulem Holze wachsen, doch ist es jetzt von einer großen Anzahl auf Wurzeln, Stämmen oder

1) Ἄνθραξ Kohle, dann Geschwür.

Aeſten der Holzpflanzen wachſenden ſogenannten Baumſchwämmen erwieſen, §. 266.
daß ſie auch paraſitiſch an den noch lebenden Bäumen auftreten und hier gewiſſe Krankheiten des Holzes verurſachen können, wo ihr Mycelium Holz und Rinde durchwuchert und die Fruchtkörper an der Oberfläche der befallenen Theile hervorbrechen. Bemerkenswerth ſind *Tramētes radicipērda*, welcher an Fichten und Kiefern, beſonders von Wurzeln und Stöcken beginnend, die Rothfäule erzeugt, der die Bäume unter Dürrwerden der Krone erliegen, ſowie *Polypōrus sulphurēus*, welcher an verſchiedenen Laubhölzern, beſonders Eichen, meiſt von einer Aſtbruchſtelle ausgehend, ebenfalls Rothfäule des Holzes hervorruft. Der Hallimaſch (*Agaricus mellēus*), den man wegen ſeines Paraſitismus als Wurzelpilz der Waldbäume bezeichnen kann, lebt in und auf den Wurzeln der Kiefern, Fichten, Tannen, Lärchen und mancher Laubbäume, an denen er eine unter dem Namen Erdkrebs oder Harzſticken bekannte Krankheit erzeugt, und iſt beſonders in Nadelwaldungen ſehr ſchädlich, weil er hier beſonders 5- bis 30jährige Bäume zum Abſterben bringt.

6) **Roſtpilze oder Uredinēae** (§. 185.). Dieſe artenreiche Familie beſteht aus lauter paraſitiſchen Pilzen, welche an ihren Nährpflanzen die Roſtkrankheiten oder den Roſt hervorbringen. An Kulturpflanzen beſonders ſchädlich ſind: der Getreideroſt, welcher auf allen Getreidearten und vielen Gräſern vorkommt und namentlich von drei verſchiedenen Arten verurſacht wird: *Puccinia graminis*, *P. straminis* und *P. coronāta*, letztere beſonders am Hafer und verwandten Gramineen; aus der Gattung *Uromyces* beſonders der Roſt der Runkelrüben (*U. betae*) und verſchiedene Arten, welche den Roſt der Papilionaceen, zumal auf Klee, Wicken, Bohnen, Erbſen, erzeugen. Den Obſtbäumen ſchädlich ſind mehrere Arten des Gitterroſtes (*Roestelia*), nämlich der Roſt der Birnbäume (*R. cancellāta*), der Roſt der Apfelbäume (*R. pinicillāta*) auf Apfelbaum, Weißdorn, Mispel, Mehlbeerbaum, und der Roſt der Ebereſchen (*R. cornūta*). In der Gattung *Melampsōra* giebt es den Leinroſt (*M. lini*), den Weidenroſt (*M. salicīna*), den Pappelroſt (*M. populīna*) ꝛc. Von zahlreichen Roſtkrankheiten werden die Nadelhölzer befallen. Hierher gehört der Fichtennadelroſt oder die Gelbſucht der Fichten, welche von *Chrysomyxa abiētis* verurſacht wird und namentlich in den mittel- und norddeutſchen Gebirgen vorkommt, während das Fichtennadeläcidium, *Aecidium abietīnum*, die Fichte vorzüglich in den Alpenländern befällt. Auf der Weißtanne findet ſich das *Aecidium elatīnum*, welches, wenn es an den jüngeren Verzweigungen vorkommt, den Hexenbeſen und wenn es am Stamme auftritt, den Krebs oder Rindenkrebs der Weißtanne verurſacht. Auf der Kiefer kennen wir den Kiefernblaſenroſt (*Peridermium pini*), welcher ſowohl auf den Nadeln als auch auf den Zweigen und Stämmen vorkommt, an den letzteren eine Krankheit verurſachend, die als Krebs oder Brand, auch als Kienpeſt oder Kienzopf bezeichnet wird. Auf jungen Kiefernſämlingen tritt die durch *Caeōma pinitorquum* verurſachte Kiefernſpindrehkrankheit auf. Auf den Lärchen zeigt ſich neuerdings der nadelnverderbende Lärchennadelroſt (*Caeōma laricis*). Der Entwickelungsgang der Roſtpilze iſt noch nicht von allen Arten bekannt, und darum fehlen uns hier noch mehrfach die Mittel zu einer rationellen Bekämpfung der Roſtkrankheiten, bei welchen es namentlich auf Vernichtung oder Fernhaltung der Sporen der Roſtpilze ankommt. Was wir über den Generationswechſel dieſer Pilze, beſonders über ihre doppelte Fortpflanzung durch Sommer- und Winterſporen, ſowie über den eigenthümlichen Wirthswechſel, der bei manchen vorkommt, wiſſen, iſt in §. 186. nachzuleſen.

7) **Brandpilze oder Ustilagināe** (§. 188.). Dieſe ebenfalls durchgängig paraſitiſche Familie verurſacht die verſchiedenen Arten des Brandes oder der Brandkrankheiten, die auf zahlreichen Phanerogamen vorkommen und denen jeweils eigene Species zu Grunde liegen. Wir nennen den Flugbrand oder Staubbrand in den Blütenſtänden des Weizens, der Gerſte und des Hafers, durch *Ustilāgo carbo*, den Hirſebrand durch *Ustilāgo destrūens*, den Maisbrand oder Beulenbrand in beulenförmig angeſchwollenen Maiskolben, durch *Ustilāgo maydis*, den Steinbrand oder Schmierbrand in den geſchloſſenen Körnern

des Weizens, durch *Tilletia caries*, und den Roggenstengelbrand in den Halmen und Blattscheiden des Roggens, durch *Urocystis occulta* verursacht.

8) **Peronosporeae** (§. 191.). Unter diesen Parasiten ist der wichtigste die *Phytophthora infestans* (Fig. 604.), welche die Ursache der Kartoffelkrankheit ist. Diese Calamität ist zwar früher schon vereinzelt vorgekommen, aber erst seit 1845 epidemisch in Europa aufgetreten und bis jetzt nicht wieder verschwunden. Sie beruht auf einem durch das Mycelium dieses Pilzes bedingten Absterben theils des Laubes, welches dann unter Braun- oder Schwarzwerden verdirbt, theils der Knollen, die dann entweder schon auf dem Acker oder im Winter bei der Aufbewahrung in den Kellern unter Fäulniß (Knollenfäule) zu Grunde gehen. Zahlreiche Arten von *Peronospora* bringen ähnliche Krankheiten an verschiedenen anderen Kräutern hervor. Aus der Gattung *Cystopus* ist bemerkenswerth der sogen. weiße Rost, *C. candidus* (Fig. 605.), auf verschiedenen Cruciferen, wie *Camelina*, *Capsella* ꝛc.

9) **Myxomycetes** (§. 196.). Ein zu diesen Pilzen gehöriger Organismus, die *Plasmidiophora brassicae* (S. 536), lebt in den Zellen der Wurzeln des Kohls und verwandter Pflanzen und bringt an diesen Theilen die mit dem Namen Kohlhernie bezeichneten Anschwellungen hervor, die später in Fäulniß übergehen und den Tod der Pflanze veranlassen.

IV. Krankheiten, die durch Thiere verursacht werden.

§. 267. Unter den thierischen Feinden der Pflanzen haben wir zu unterscheiden zwischen denjenigen, welche bloß durch Befriedigung ihrer Freßbegierde die Pflanzen beschädigen, d. h. sie in verschiedener Weise verwunden, und den parasitischen Thieren, welche entweder während des Ei- und Larvenzustandes oder während ihres ganzen Lebens auf der Pflanze, meist auf bestimmte Organe derselben beschränkt, ihren festen Wohnplatz haben; diese verwunden im Gegentheil ihre Nährpflanze nicht; sie entlehnen zwar auch ihre Nahrung von ihr, aber nur in Form von Säften, welche sie aussaugen. Dadurch bewirken manche dieser Parasiten einen krankhaften Zustand, Entfärbung und Absterben des von ihnen bewohnten Organes. Allein in den meisten Fällen bringt der Aufenthalt parasitischer Thiere eine Art Reiz auf die Nährpflanze hervor, welcher dieselbe zu eigenthümlichen Neubildungen an den vom Parasiten bewohnten Organen veranlaßt, die zu einer den Bedürfnissen desselben in sehr vollkommener Weise angepaßten, Schutz und Nahrung bietenden Wohnstätte werden. Alle solche Neubildungen im weitesten Sinne kann man Gallen (S. 673) nennen. Ihre Beschaffenheit ist von der mannichfaltigsten Art; jeder der gallenbildenden Parasiten erzeugt ein bestimmte Art von Gallen, und selbst die verschiedenen Parasiten, welche auf einer und derselben Pflanze vorkommen, bringen an derselben auch ebenso viel verschiedene Gallen hervor. Den Pflanzen schädliche Thiere kommen besonders in folgenden Klassen des Thierreiches vor:

§. 268. 1) **Würmer.** In der Gattung der mikroskopisch kleinen Aelchen (*Anguillula*) giebt es mehrere parasitische Arten auf Pflanzen, besonders das Weizenälchen (*Anguillula tritici*), welches die Weizenkörner in eine Art Gallen, sogenannte Raden- oder Gichtkörner, verwandelt (Fig. 642.), die im Innern nichts als eine Masse dieser Würmchen enthalten; ferner *Anguillula devastatrix*, welche sowohl am Grunde des Halmes junger Roggenpflanzen lebt und hier den Stock oder Knoten des Roggens veranlaßt, als auch Kardenpflanzen befällt, an denen sie die als Kernfäule der Kardenköpfe bekannte Krankheit erzeugt.

§. 269. 2) **Milben**, von denen zwei Gattungen als Parasiten auf Pflanzen schädlich sind. Die Milbenspinne (*Tetranychus telarius*), welche im Sommer auf der Unterseite der Blätter verschiedener Laubhölzer sowie vieler Gartenkräuter, wie Bohnen, Winden, Gurken, sowie auch des Hopfens und selbst der Gewächshauspflanzen lebt, und Saft aus denselben saugt, wodurch diese vorzeitig gelb werden. Die Gallmilben (*Phytoptus*), sehr kleine, eigenthümliche, vierbeinige Milben, die

§. 269.

Fig. 642.
Das Radenkorn des Weizens.
A gesundes Weizenkorn, B ein Radenkorn. C Durchschnitt eines Radenkornes, zeigt eine dicke holzige Schale und ein weißes Innere, welches aus einer Masse von Aelchen besteht. D eins der Weizenälchen aus dem Innern eines Radenkornes, nach mehrstündiger Anfeuchtung beweglich geworden, 150fach vergrößert.

auf sehr vielen Pflanzen an verschiedenen Theilen vorkommen und die mannichfaltigsten Gallenbildungen im weitesten Sinne hervorbringen, in welchen stets diese Thiere lebend und meist mit ihrer Brut gefunden werden. Die häufigsten und wichtigsten dieser pathologischen Veränderungen sind: a. die Filzkrankheit, welche in einer abnormen Haarbildung auf der Epidermis der Blätter vieler Laubhölzer besteht, die dadurch unterseits mit einem meist lebhaft gefärbten Filz überzogen erscheinen, den man früher für eine Pilzbildung hielt und als *Erineum* und *Phyllerium* bezeichnete. Am Weinstock, an den Nußbäumen, Linden, Ahornen, Erlen, Ebereschen sind solche Bildungen nicht selten; b. kleine runde oder kegelförmige Gallen, sogenannte Beutelgallen oder Blasengallen (Fig. 643.),

Fig. 643.
Beutelgallen von Phytoptus
auf Lindenblättern.
A Ein Blattstückchen mit 4 Gallen, schwach vergrößert. B eine Galle der Länge nach durchschnitten; bb Durchschnitt der Blattfläche, m behaarter Eingang an der Unterseite des Blattes in die dickwandige, innen ebenfalls behaarte Galle, stärker vergrößert.

die meist in Menge auf dem Blatte sitzen und an der Unterseite des Blattes einen Eingang haben, indem sie als ein Eindruck in der Blattmasse von unten entstehen, welcher sich mehr und mehr ausstülpt und ausbaucht zu einem hohlen Organ, in dessen Höhlung die Gallmilben und ihre Eier sich befinden. Solche Beutelgallen finden sich namentlich auf Linden, *Acer campestre*, *Prunus padus*, auf Ulmen und Erlen; c. Knospenanschwellungen, indem die Thiere zwischen den Blättern der Knospe leben, welche dadurch vermehrt und vergrößert werden, so

daß die Knospe rosenähnliche Blattanhäufungen bildet, z. B. an den Haselnußsträuchern und an *Salix babylonica*; d. Faltungen der Blattfläche in der Richtung der Nerven und Rollungen derselben, meist vom Rande aus, wobei die Milben in den verborgenen Theilen der Blattoberfläche sich aufhalten. Nicht selten treten dabei zugleich Veränderungen der Blattform auf, indem die Blattmasse sich mehr zusammenzieht oder in viele feine Abschnitte sich zertheilt; e. die sogenannten Pocken an den Blättern der Birnbäume und anderer Kernobstgehölze, bei welchen das Mesophyll des Blattes sich vergrößert und weitere Intercellulargänge gebildet hat, in denen die Gallmilben mit ihrer Brut sich aufhalten.

§. 270. **3) Halbflügler,** und zwar

a. die Schildläuse (*Coccus*), welche meist als ständige, unbeweglich sitzende Parasiten die grünen Pflanzentheile bewohnen und ihnen durch Aussaugen sehr schädlich werden, besonders auf Rosen, Pfirsichen, Weinstock, Oleander, Orangen, Cacteen, Fichten und Kiefern;

b. die Blatt- oder Pflanzenläuse (*Aphidii*) sind ebenfalls echte Parasiten auf Pflanzen. Sie stechen mit ihren Saugrüsseln die Pflanzentheile an und saugen an ihnen. Die Veränderungen, die dadurch hervorgebracht werden, zeigen alle Abstufungen von einer aussaugenden, unmittelbar tödtlichen Wirkung bis zu Neubildungen, die den Charakter wirklicher Gallen haben. Viele Arten von *Aphis* und verwandten Gattungen leben gesellig und verbreitet auf den grünen Theilen, welche oft ganz von ihnen überzogen sind und dann verkrüppeln und absterben, oder auf der Unterseite der Blätter, die dann oft sich zusammenrollen oder zusammenkräuseln; auch bringen diese Thiere durch die Saftausscheidung aus ihren Honigröhren den Honigthau, und durch die zurückbleibenden Bälge bei ihren Häutungen einen Mehlthau genannten Ueberzug hervor. Die häufigsten dieser Blattläuse sind:

Aphis cerealis, an Rispen und Aehren des Getreides.
Aphis avenae, an Blättern des Hafers ꝛc.
Chermes laricis, an Lärchennadeln.
Aphis humuli, an Hopfen- und Pflaumenblättern.
Schizoneura ulmi, an gerollten Ulmenblättern.
Phylloxera coccinea, unter gelben Flecken auf Eichenblättern.
Phyllaphis fagi, auf Buchenblättern.
Thecabius populneus, auf zusammengefalteten Pappelblättern.
Prociphilus fraxini, auf Eschen.
Aphis grossulariae, an Johannis- und Stachelbeersträuchern.
Aphis papaveris, auf Mohn, Bohnen ꝛc.
Aphis brassicae, auf Kohl, Raps ꝛc.
Aphis mali, auf Apfelbäumen.
Aphis oxyacanthae, auf Birnbäumen u. Weißdorn.
Aphis sorbi, auf Ebereschen.
Siphonophora rubi, auf Brombeer- und Himbeersträuchern.
Aphis rosae, auf Rosen.
Aphis pruni, auf Pflaumenbäumen.
Aphis persicae, auf Pfirsichbäumen.
Aphis viciae, auf Wicken, Bohnen ꝛc.

Von gallenerzeugenden Blattläusen sind bemerkenswerth: *Tetraneura ulmi*, welche in bohnengroßen, aufrechtstehenden Beutelgallen der Ulmenblätter lebt, *Pemphigus bursarius* in Blasengallen auf Pappelblättern, *Pemphigus affinis* in spiralig gewundenen Verdickungen der Pappelblattstiele, *Schizoneura ulmi* in großen Blasengallen der Ulmenblätter, *Chermes abietis*, welche die Triebe der Fichte in ananasförmige Gallen umwandelt, indem die Basis jeder Nadel zu einer taschenförmigen Erweiterung wird, in welcher die Läuse leben. Die Blutlaus oder Apfelrindenlaus verursacht den Krebs der Apfelbäume (Fig. 644.), indem die Stellen der Rinde, welche diese Läuse bewohnen und anstechen, in Form von Verdickungen anschwellen, in denen das Cambium statt normalen Holzes ein weiches, nicht verholztes Parenchym bildet und welche durch Zerreißen des Periderms aufspringen, dann allmählich absterben, während im Umfange der kranken Stelle die Gallenbildung sich wiederholt. Endlich gehört hierher auch die Reblaus (*Phylloxera vastatrix*, Fig. 645.), welche wahrscheinlich aus Amerika nach Europa gekommen ist und hier, besonders in Frankreich seit 1865 zu einer Calamität für den Weinbau geworden ist. Die an den Wurzeln des Weinstockes lebenden ungeflügelten Weibchen bewirken daselbst Anschwellungen, welche nach einer gewissen Zeit absterben und dadurch den Tod der Wurzeln bedingen, worauf der ganze Weinstock unter Gelbwerden absirbt. Die letzten Generationen der Rebläuse im Sommer verlassen die Erde, bekommen Flügel und wandern nach anderen Weinstöcken, wo die Wintereier abgelegt werden.

§. 270.

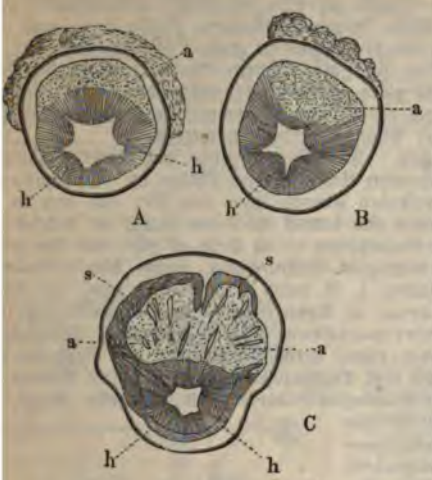


Fig. 644.
Anfang der **Krebsbildung durch die Blutlaus** an jungen Zweigen von *Pyrus*, im Querschnitt.

Bei A und B bedeutet die auswendig an den Zweigen befindliche Masse die unter ihren weißen Wachsausscheidungen sitzenden Kolonien der Läuse. h gesundes Holz. An den von den Läusen befallenen Stellen hat sich statt normalen Holzes ein abnormes, nicht verholztes Parenchym a gebildet. In C hat an dem abnormen Wuchergewebe später bei ss wieder Holzbildung begonnen. Durch späteres Aufreißen der aus abnormem Parenchym bestehenden Wucherungen a entstehen die Krebswunden. Schwach vergrößert.

Fig. 645. **Die Reblaus.**

A Stück einer dünnen Rebenwurzel mit mehreren Seitenwürzelchen, welche in verschiedenem Grade erkrankt sind und Anschwellungen mit daraufsitzenden Läusen zeigen; r ein schon ganz abgestorbenes Würzelchen; r gesundes Würzelchen. 3mal vergrößert. B und C zwei Entwickelungsstadien der Anschwellungen an den Spitzen von Seitenwürzelchen, an welchen eine Reblaus sich angesaugt hat. 3mal vergrößert. D Durchschnitt durch eine Wurzelanschwellung, ungefähr im Zustande von C. Das mit Stärkemehl erfüllte Rindeparenchym stark verdickt, rechts an der äußerlich dunkelen Seite, an welcher die Läuse gesessen haben, ist die Verdickung am geringsten. Der helle Centralcylinder des Würzelchens zeigt bei fv noch einen schwach entwickelten Fibrovasalstrang, bei lp Bastgruppen. 14mal vergrößert. E Reblaus von der Rebenwurzel, ungefähr 50fach vergrößert. F Geflügelte Laus, Vergrößerung ebenso. Nach Cornu.

c. Die Springläufe (*Psyllōdes*) bewirken durch ihr Saugen an den Pflanzen verschiedene Mißbildungen, z. B. *Psylla pyri* an den Blättern des Birnbaumes, *Psylla fraxĭni* an denen der Esche Zusammenrollungen; *Livia juncōrum* verwandelt die Triebe von *Juncus lamprocārpus* in große Blätterquasten.

§. 271. 4) **Gradflügler.** Unter diesen sind als Pflanzenfeinde zu nennen die Heuschrecken, die Maulwurfsgrille (*Gryllus gryllotălpa*), welche die Wurzeln abfrißt und die Blasenfüße (*Thrips*), ca. 2 mm lange Thierchen, welche durch Anfressen der Epidermis den Blättern vieler Pflanzen verderblich werden.

§. 272. 5) **Zweiflügler oder Fliegen.** Die Pflanzenfeinde aus dieser Ordnung, meistens Gallmücken und verwandte kleine Fliegen, schaden im Larvenzustande, d. h. als Maden, denn die betreffenden Fliegen legen ihre Eier auf oder in die Pflanzentheile und an letzteren bildet sich darauf meist eine Galle, in welcher die Made heranwächst um dann zur Verpuppung in die Erde zu gehen oder ihre ganze Entwickelung durchmacht. Die wichtigsten Gallenformen, welche hier vorkommen sind: a. Blattrollen und Blattfalten, z. B. durch *Cecidomyĭa pyri* an Birnbäumen, durch *Cecidomyĭa rosārum* an Rosen, durch *Cecidomyia trifolii* am Klee, ꝛc. b. Triebspitzendeformationen, indem aus den Endknospen, zwischen deren Blättern die Maden leben, durch Vermehrung und Vergrößerung der Blätter derselben Blätterknöpfe oder Blätterrosen werden, z. B. an Weiden die sogenannten Weidenrosen durch *Cecidomyĭa rosaria* und verwandte Arten, an *Euphorbia cyparissias* durch *Cecidomyĭa euphorbiae*, an verschiedenen *Nasturtium*-Arten ꝛc. durch *Cecidomyĭa sisymbrii*. c. Eigentliche Galläpfel, d. h. gallenförmige Verdickungen mit ringsum geschlossener Höhlung, z. B. auf den Blättern der Buchen durch *Hormomyĭa fagi* (Fig. 646.) und *H. piligĕra*. d. Stengelanschwellungen mit einer oder mehreren Höhlungen, in denen die Larven wohnen, z. B. an *Salix caprĕa* und verwandten Arten durch *Cecidomyĭa salicis*, an Brombeersträuchern durch *Lasioptĕra rubi*. Dahin gehört auch die Weidenholzgallmücke (*Cecidomyĭa salicipērda*), welche in Menge stärkere Zweige der Weiden befällt, die dann im jüngsten Holzringe ebensoviele Larvenkammern besitzen und unter Vertrocknen absterben. e. Hinter der Blattscheide der Graminen lebende Fliegenlarven bringen eigenthümliche Verkrüppelungen oder Abbrechen oder Absterben des Halmes hervor; so die Hessenfliege (*Cecidomyĭa destructor*) im Getreide, die Fritfliege (*Oscĭnis frit*) an jungen Getreidepflanzen, die Halmfliegen (*Chlorops taeniōpus* und andere Arten) an Weizen und anderem Getreide.

Fig. 646.

Galläpfel von *Hormomyĭa fagi* auf der Oberseite eines Rothbuchenblattes (A). Bei B die Galle nebst der Blattstelle, auf welcher sie sitzt, der Länge nach durchschnitten, um die Larvenkammer zu zeigen, 2mal vergrößert.

Nur durch ihren Fraß ohne Gallenbildung schaden diejenigen Fliegenlarven, welche a. in Blättern miniren, wie die Runkelfliege (*Anthomyĭa conformis*), b. Wurzel oder Stengel aushöhlen, z. B. *Anthomyĭa radicum* in den Radieschen, *Psila rosae* in den Möhren, *Anthomyĭa brassicae* in Raps, Kohl ꝛc., c. Früchte verderben, z. B. *Diplōsis tritĭci* an den Weizenähren, *Diplōsis pisi* in den grünen Hülsen der Erbsen, *Cecidomyĭa brassicae* in den Schoten des Raps und Rübsens, *Spilogrāpha cerăsi* in den Kirschen.

§. 273. 6) **Hautflügler,** und zwar

a. Gallwespen oder Cynipiden, welche ihre Eier in gewisse Pflanzentheile legen, worauf das Zellgewebe in der Umgebung der bald erscheinenden jungen Larve zu einer Galle sich entwickelt. Die Cynipidengallen sind sämmtlich eigentliche Galläpfel, d. h. sie enthalten eine ringsum von der Wand der Galle eingeschlossene Höhlung, in welcher die Larve entweder nach oder vor der Ueberwinterung sich verpuppt. Diese Gallen gehen aus einem gleichförmigen Meristem hervor, später differenzirt sich dasselbe meist in verschiedenartige Gewebe. Auch in morphologi-

scher Hinsicht zeigen diese Gallen große Mannichfaltigkeit. Jede Cynipide hat ihre eigene Gallenform. Neuerdings ist von einigen eichenbewohnenden Gallwespen ein Generationswechsel bekannt geworden, womit auch ein Dimorphismus der Gallen verbunden ist, indem die beiden Generationen zwei verschiedene Gallen erzeugen, die man bisher für diejenigen zweier verschiedenen Cynipiden gehalten hat. Die meisten Cynipidengallen kommen auf unseren Eichen vor, in großer Anzahl besonders auf den Blättern, wovon die häufigsten in Fig. 647. dargestellt sind. §. 273.

Fig. 617.

Cynipidengallen auf einem Blatte von *Quercus pedunculāta*, in natürlicher Größe.
a kugelige, weiche von *Cynips scutellāris*,
b kugelige, harte von *Cynips divīsa*,
c hemdenknopfförmige von *Neurotĕrus Reaumurii*,
d linsenförmige von *Neurotĕrus Malpighii*,
e nierenförmige von *Biorhiza renum*,
f länglichrunde, in muschelartig sich spaltender häutiger Außenschicht sitzende von *Neurotĕrus ostrĕus*.

Andere bilden ihre Gallen an den Knospen der Eichen, z. B. *Cynips foecundātrix* große, wegen starker Entwickelung der Knospenschuppen artischokenförmige Gallen, *C. terminālis* große apfelförmige, schwammige, glatte Gallen, *C. Kollāri* kleinere, kugelrunde, glatte Gallen; hierher gehören auch die officinellen Aleppo-Galläpfel, welche an *Quercus tinctoria* durch *C. tinctoria* erzeugt werden. Die Knoppern sind die Gallen, welche *C. calicis* in Ungarn an *Quercus pedunculāta* zwischen der Eichel und dem Becher erzeugt. Mehrere Arten machen ihre Gallen an den Stämmen, andere an den Wurzeln der Eichen. Mehrere Cynipiden bringen an den Rosensträuchern Gallen hervor, von denen die bekanntesten die von *Rhodites rosae* herrührenden sogenannten Schlafäpfel oder Bedeguare sind, vielkammerige große Anschwellungen der Zweige und Blattstiele, die wegen der zahlreichen langen rothen und grünen Fäden, mit denen sie bedeckt sind, einem Moosbüschel ähneln.

b. Blattwespen. Unter diesen sind nur die *Nemātus*-Arten Gallenbildner, von denen mehrere Arten auf *Salix fragĭlis, alba, amygdalīna, caprĕa* ꝛc. fleischige Galläpfel erzeugen, aus denen die Larven zur Verpuppung in die Erde auswandern. Die übrigen Blattwespen zerstören die Pflanzentheile, indem sie im Raupenzustande dieselben verzehren oder verwunden. Von diesen sind bemerkenswerth:

A. An Blättern.

Lophyrus pini und *Lyda pratensis* ꝛc. an Kiefern.
Lyda abietum an Fichten.
Nematus Erichsonii und *laricis* an Lärchen.
Lyda pyri an Birnbäumen.
Lyda nemoralis an Steinobst.
Tenthredo adumbrata an verschiedenen Obstbäumen.
Hylotoma rosae und *Tenthredo pusilla* an Rosen.
Tenthredo annulipes an Linden.
Tenthredo nigerrima an Eschen.
Nematus salicis und *persicillaris* an Weiden, Ulmen ꝛc.
Tenthredo ovata an Erlen.
Tenthredo spinarum an Rüben.

B. An Früchten.

Tenthredo fulvicornis in Pflaumen und Zwetschen.
Tenthredo testudinea in Aepfeln.

C. In Zweigen und Stengeln.

Cephus pygmaeus in Getreidehalmen.
Cephus compressus in Birnbaumzweigen.
Nematus angusta in Weidenzweigen.

§. 274. **7) Schmetterlinge.** Die Raupen folgender Schmetterlinge wirken durch ihren Fraß zerstörend:

A. An Wurzeln.

Hepialus humuli am Hopfen.

B. Blätter und junge Triebe abfressend.

I. An Getreide und Kräutern.

Erdraupen von *Agrotis segetum* an Getreide, Raps, Kohl, Runkeln, Tabak, Kartoffeln ꝛc.
Plusia gamma an Getreide, Erbsen, Bohnen, Raps, Kohl ꝛc.
Mamestra pisi an Erbsen, Bohnen, Wicken, Klee.
Die Weißlinge, und zwar *Pieris brassicae*, *P. rapae* und *P. napi* am Kohl, Raps, Rübsen, Rettig, Senf.
Mamestra oleracea an Kohl, Salat, Spargel.
Mamestra brassicae im Herz des Krautes, Kohles, Blumenkohles, der Runkeln.

II. An Laub- und Obstbäumen.

Liparis chrysorhoea an Obstbäumen, Eichen, Buchen ꝛc.
Pontia crataegi an Obstbäumen.
Gastropacha neustria an Obstbäumen.
Vanessa polychlorus an Obstbäumen, Ulmen, Weiden ꝛc.
Liparis dispar an Obstbäumen, Rosen, Pappeln, Eichen, Buchen, Linden ꝛc.
Episema coeruleocephala an Obstbäumen.
Gastropacha processionea an Eichen.
Dasychira pudibunda an Buchen.
Zerene grossulariata an Stachelbeersträuchern.
Fidonia wavaria an Johannisbeersträuchern.
Pyralis vitana am Weinstock.
Hyponomeuta cognatella in Gespinnsten an Obstbäumen.
Tortrix viridana an Eichen.

III. An Nadelbäumen.

Liparis monacha an Kiefern und Fichten.
Gastropacha pini an Kiefern.
Gastropacha pinicora an Kiefern.
Geometra piniaria an Kiefern und Fichten.
Tortrix hercyniana an Fichten und Tannen.

C. In Blättern minirend.

Lyonetia Clerckella an Obstbäumen.
Lithocolletis in verschiedenen Arten an Eichen, Buchen, Weiden ꝛc.
Tinea laricinella an Lärchen.

D. Im Innern von Knospen und Trieben.

Botis cerealis in Halmen der Hirse und des Mais.
Acidalia brumata und *Fidonia defoliaria* in den Knospen der Obstbäume.
Noctua piniperda in den Maitrieben der Kiefer.
Tortrix buoliana und *T. turionana* in den Endknospen der Kiefer.
Tortrix resinana unterhalb des Knospenquirles der Kiefer unter einem Harzausflusse.
Tortrix nigricana und *Tinea abietella* in den Knospen der Tanne und Fichte.

E. In Rinde und Holz der Bäume bohrend.

Tinea sylvestrella in den Astquirlen der Kiefern.
Tortrix dorsana in den Astquirlen der Fichten und Tannen.
Tortrix zebeana an Lärchen.
Grapholitha Woeberiana an Steinobstbäumen.
Cossus ligniperda an Weiden und anderen Laubbäumen, sowie an Obstbäumen.

F. In Blüten, Früchten und Samen.

Grapholitha nebritana und *G. dorsana* in den Hülsen der Erbsen.
Botis margaritalis an Rapsschoten.
Cochylis epilinana in den Kapseln des Flachs.
Carpocapsa pomonella in Aepfeln und Birnen.
Grapholitha nigricana in Pflaumen.
Cochylis ambiguella an Blüten und jungen Früchten des Weinstockes.

§. 275. **8) Käfer.** Unter diesen giebt es verhältnißmäßig wenige gallenbildende Parasiten, wie *Ceuthorhynchus sulcicollis*, dessen Larve in beulenförmigen Gallen am Wurzelhalse von Raps, Rübsen, Kohl, Blumenkohl, Steckrüben lebt. Zahlreiche Käfer sind als Larven oder auch als entwickelte Insekten den Pflanzen durch ihren Fraß schädlich, und zwar:

A. An Wurzeln.

Engerlinge, d. s. die Larven des Maikäfers (*Melolontha vulgaris*) an den meisten landwirthschaftlichen und Gartenpflanzen.
Drahtwürmer, d. s. die Larven von *Agriotes lineatus*, an Getreide, Rüben, Kartoffeln ꝛc.
Atomaria linearis an Runkeln.
Hylesinus trifolii am Klee.

B. Im Innern von Stengeln.

Baridius chloris am Raps.
Psylliodes chrysocephala am Raps und Rübsen.

C. An Zweigen von Holzpflanzen.

Hylesinus piniperda und *H. minor* im Mark der Kiefernstriebe.
Rhynchites conicus im Mark der Obstbaumtriebe.

Curculio pini an Kieferntrieben.
Pissodes notatus an Quirlen junger Kiefern und an Kiefernzapfen.
Cantharis obscura an Eichentrieben.

D. Im Holze Gänge bohrend.

Curculio lapathi in Erlen, Birken, Weiden, Pappeln.
Cerambyx heros in Eichen.
Cerambyx carcharias in Pappeln und Aspen.
Cerambyx dilatatus in Ahornen.

E. Borkenkäfer, unter der Rinde der Bäume Gänge fressend (S. 662).

Bostrichus typographus und *B. chalcographus* an Fichten.
Bostrichus stenographus und *B. bidens* an Kiefern.
Bostrichus curvidens an Tannen.
Bupréstis viridis an Eichen und Buchen.
Eccoptogáster destructor an Birken.
Eccoptogáster scolýtus und *E. multistriátus* an Ulmen.
Hylesinus fraxini und *H. striátus* an Eschen.
Bostrichus tiliae an Linden.
Eccoptogáster pruni und *E. rugulósus* an Obstbäumen.

F. An Blättern.

Maikäfer (*Melolontha vulgaris*) an allerhand Laubbäumen.
Blattkäfer (*Chrysomela*) über 130 europäische Arten an verschiedenen Laubhölzern.
Coloradokäfer (*Doryphora decemlineata*) an Kartoffeln.
Erdflöhe (*Halftica*) gegen 150 europäische Arten auf Raps, Rübsen, Kohl und verschiedenen Gemüsepflanzen.
Eumólpus vitis und *Rhynchites betuléti* am Weinstock.
Sitóna lineáta an Ackerbohnen, Erbsen, Klee.
Cleónus sulciróstris an Runkeln.
Oriocéris cyanélla und *O. melanópa* am Getreide.
Oriocéris asparági am Spargel.
Oriocéris merdigéra an Lilien.
Cassida nebulósa an *Chenopodium* und Runkeln.
Epilachna globósa an Klee und Luzerne.
Außerdem miniren in Blättern die Larven von 34 europäischen Arten *Orchéstes* an verschiedenen Pflanzen.

G. In Knospen und Blüten.

Otiorhýnchus ligustici am Weinstock.
Phyllobius oblóngus an Obstbäumen.
Phyllopértha horticóla an Apfel- und Birnbäumen und Rosen.
Anthonómus pomórum an Apfelbäumen.
Anthonómus pyri an Birnbäumen.
Anthonómus rubi an Himbeer- und Brombeersträuchern.
Meligéthes aenéa am Raps.
Anisoplia in mehreren Arten an den Aehren des Getreides.

H. In Früchten und Samen.

Rhynchites bacchus in Aepfeln und Birnen.
Rhynchites cupréus in Pflaumen, Kirschen und Vogelbeeren.
Byturus fumátus in Himbeeren und Brombeeren.
Balaninus nucum in Haselnüssen.
Samenkäfer (*Bruchus*), zahlreiche Arten in Samen, besonders der Hülsenfrüchte.
Ceuthorhýnchus assimilis in Rapssamen.
Ceuthorhýnchus macúla in Mohnköpfen.

Literatur über Krankheiten und Feinde der Pflanzen: Meyen, Pflanzenpathologie. Berlin 1841. — Moquin Tandon, Pflanzen-Teratologie. Berlin 1842. — Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1859. — Hallier, Phytopathologie. Leipzig 1868. — Masters, Vegetable Teratology. London 1869. — Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1874. — Hartig, Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874. — Hartig, Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878. — Sorauer, Obstbaumkrankheiten. Berlin 1879. — Frank, Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. — Hartig, Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin 1882. — Kaltenbach, Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart 1874.

VII. Abschnitt.

Systematik.

I. Arten und Abarten. Die Pflanzenwelt tritt uns in einer großen Anzahl verschiedener Pflanzenformen entgegen, denen die Sprache Namen gegeben hat und deren jede in einer Menge von Individuen in der Natur vertreten ist. Die Individuen einer und derselben Pflanzenform sind sich im allgemeinen so ähnlich, daß vielfach einzelne Exemplare sich kaum von einander unterscheiden lassen oder nur unwesentliche Differenzen zeigen, die durch verschiedenes Alter oder durch äußere Einflüsse bedingt sind. Diese Uebereinstimmung aller wesentlichen Merkmale überträgt sich auch bei der Fortpflanzung von der Mutterpflanze auf ihre Nachkommen. Daraus ergiebt sich der Begriff der Art (species). Alle Individuen, welche keine größeren Abweichungen unter einander zeigen als diejenigen von gleicher Abstammung, bilden zusammen eine Art. Die Entscheidung, ob Pflanzenformen einer und derselben Art oder verschiedenen Arten angehören, ergiebt sich daher aus der Beobachtung ihres Verhaltens bei der Fortpflanzung durch Samen: wenn Pflanzenformen, die bei sonstiger großer Aehnlichkeit gewisse Abweichungen zeigen, bei Aussaat unter den verschiedensten äußeren Verhältnissen viele Generationen §. 276.

hindurch die abweichenden Merkmale konstant behalten, so sind sie als zwei verschiedene Arten zu betrachten; wenn aber die Verschiedenheiten bei der Fortpflanzung sich nicht erhalten, so sind die Pflanzenformen zu einer und derselben Species zu rechnen. Solche bei der Fortpflanzung variabele Merkmale, die also keine specifischen Verschiedenheiten bedingen, sind erstens die durch Standort, Boden, Ernährungsverhältnisse, Kulturmethoden bedingten Abweichungen (☞ §§. 220; 221; 241; 249.), zweitens die ohne bestimmte äußere Veranlassungen eintretenden Variationen (§. 261.). Durch die letzteren wird also innerhalb des Rahmens der Species noch eine weitere Unterscheidung von Pflanzenformen bedingt, die wir als Abarten, Spielarten oder Varietäten (variĕtas) bezeichnen und deren Kriterium eben in der Wandelbarkeit der unterscheidenden Merkmale bei der Fortpflanzung durch Samen beruht. Dabei giebt es übrigens verschiedene Grade, indem gewisse Abänderungen am unbeständigsten sind, d. h. vielfach schon in der ersten Generation wieder verschwinden, während andere sich durch mehrere Generationen erhalten lassen, wenn die Kultur immer unter nahezu gleichen äußeren Verhältnissen stattfindet. Im letzteren Falle nennt man die Varietäten Racen, wohl auch Unterarten (subspecies).

Zahl der Arten. Die Völker des klassischen Alterthums kannten nur etwa 1500 Pflanzenarten. Linné zählt in der zweiten Ausgabe seiner Species plantārum 10 000 Arten. Die Gesammtzahl aller bis jetzt bekannten Pflanzenarten mag etwa 100 000 betragen, wovon auf die Phanerogamen ungefähr 80 000, auf die Kryptogamen über 20 000 kommen (3000 Phanerogamen und 4000 bis 6000 Kryptogamen in Deutschland). Da aber noch viele Länder botanisch ungenügend durchforscht sind, und selbst in den bekannteren Ländern besonders von Kryptogamen immer noch neue Arten aufgefunden werden, so ist die Zahl der wirklich auf der Erde existirenden Pflanzen noch erheblich größer, aber nicht annähernd bestimmbar.

§. 277. II. **Gattungen.** Die Arten zeigen unter einander größere und geringere Verwandtschaft: es lassen sich leicht solche Arten zusammenstellen, welche alle einen ganz gleichen Typus des Blüten-, Frucht- und Samenbaues haben und nur durch die Beschaffenheiten der vegetativen Organe oder des Blütenstandes oder höchstens durch untergeordnete Abweichungen in den Blüten, Früchten oder Samen sich von einander unterscheiden. Solche Arten werden um ihre augenscheinlich nähere verwandtschaftliche Beziehung zum Ausdruck zu bringen zu einer Gattung (genus) vereinigt. Die Gattungen unterscheiden sich also von einander durch Abweichungen in den wesentlichen Charakteren der Blüte, der Frucht oder des Samens. Die Zahl der bekannten Gattungen im Pflanzenreiche beträgt ungefähr 7000. Die meisten umfassen mehrere Arten, manche sehr zahlreiche, wie z. B. *Carex* über 400, *Erīca* über 300, wenige nur eine einzige, wie der Mais, Hopfen und Hanf.

§. 278. III. **Bezeichnung der Gattungen und Arten. Nomenclatur.** Die Benennung der Pflanzen geschieht nach der von Linné eingeführten wissenschaftlichen Nomenclatur durch zwei Worte, deren erstes der Name der Gattung ist und deren zweites zur Bezeichnung der Species dient. Der Gattungsname ist stets ein Hauptwort, welches entweder aus den alten Sprachen entlehnt ist (z. B. *Lĭlium, Tritĭcum, Betŭla, Fraxĭnus* ꝛc.), oder aus Worten der alten Sprachen neugebildet wird (z. B. *Sagittaria, Chenopodium, Chrysanthĕmum, Alopecūrus* ꝛc.), oder aus Eigennamen verdienter Botaniker gebildet wird (z. B. *Linnaea, Dioscorēa, Lobelĭa* ꝛc.). Die Species wird in der Regel durch ein Beiwort, mitunter auch durch ein aus den alten Sprachen entlehntes, die betreffende Pflanze bedeutendes Hauptwort bezeichnet, bisweilen auch durch den Genitiv des Eigennamens eines Botanikers, dem zu Ehren die Pflanze benannt ist. So heißt z. B der Birnbaum *Pyrus communis*, der Apfelbaum *Pyrus malus*, weil beide in eine und dieselbe Gattung gehören. In der Gattung Gänsekresse (*Arābis*) haben wir z. B. eine behaarte Gänsekresse, *Arābis hirsūta*, eine Haller's Gänsekresse, *Arābis Hallĕri*, ꝛc. Zur Vollständigkeit des wissenschaftlichen Namens ist hinter demselben die Angabe der Autorität, d. h. des Schriftstellers, welcher den betreffenden Namen gegeben hat, erforderlich. Dies ist besonders dann von Wichtigkeit, wenn

derselbe Name bei verschiedenen Schriftstellern verschiedenen Pflanzen gegeben worden ist, und wenn eine und dieselbe Species bei den verschiedenen Botanikern mit verschiedenen Namen belegt worden ist. Der letztere Umstand macht die Synonymie nöthig, d. h. die Angabe dieser verschiedenen Namen für ein und dieselbe Pflanze. Die Autorität wird gewöhnlich durch Abkürzung des Eigennamens angegeben. Das französische Raigras, *Arrhenathērum elatius M. et Koch*, hieß vordem *Avēna elatior L.*, weil Linné dasselbe in die Gattung *Avēna* stellte, während Mertens und Koch richtiger eine eigene Gattung für dasselbe annahmen. Für die von Smith benannte *Silēne inflāta Sm.* war das ältere Synonym *Cucubālus behen L.* — Die Benennung der Abarten geschieht durch ein drittes Wort, z. B. *Silēne nutans* var. *glabra* oder *Silēne nutans* b. *glabra*, womit die kahle Varietät dieser Species bezeichnet wird. Wenn eine Pflanzenart in einer Anzahl von Varietäten existirt, so werden die letzteren unter fortlaufenden Buchstaben aufgezählt. So sind z. B. Varietäten einer und derselben Species: der Blattkohl (*Brassica oleracĕa* a. *acephāla*), der Rosenkohl (*Brassica oleracĕa* b. *gemmifĕra*), der Welschkohl (*Brassica oleracĕa* c. *sabauda*), der Kopfkohl (*Brassica oleracĕa* d. *capitāta*), der Kohlrabi (*Brassica oleracĕa* e. *gongylōdes*) und der Blumenkohl (*Brassica oleracĕa* f. *botrȳtis*).

IV. **Familien.** Die Gattungen zeigen untereinander verschiedene Verwandtschaftsgrade. Wir können leicht Gattungen zusammenstellen, welche in einer mehr oder minder großen Anzahl von Charakteren der Blüte, der Frucht und des Samens, bisweilen zugleich auch in den Formen des Blütenstandes und selbst in vegetativen Theilen miteinander übereinstimmen und sich dadurch als einen natürlichen Verwandtschaftsverband kennzeichnen, den man deshalb eine natürliche Familie nennt. So haben z. B. die zahlreichen Gattungen, welche die Familie der Kreuzblüter oder Cruciferen ausmachen, alle den vierblättrigen abfallenden Kelch, die vier im Kreuz stehenden, freien, genagelten Blumenblätter, die zwei kurzen und vier langen Staubgefäße, das oberständige, zweiblättrige, zweifächerige Pistill mit parietaler Placenta und die endospermlosen Samen mit gekrümmtem Keimling und ölhaltigen Kotyledonen gemein und erweisen sich dadurch als ein nach außen scharf abgegrenzter Verwandtschaftscomplex. Und in ähnlicher Weise lassen sich alle anderen Gattungen in verschiedene Familien zusammenfassen. Die Zahl der Gattungen, welche eine Familie bilden, ist sehr ungleich; so zählen z. B. die Compositen 10000, die Orchideen ca. 6000, die Gramineen 3800, die Euphorbiaceen 3500, die Papilionaceen 3000, dagegen die Platanaceen nur 5, die Ceratophyllaceen 4, die Cannabineen 2 Arten. §. 279.

V. **Die Pflanzensysteme.** Wenn man sämmtliche Pflanzenformen nach bestimmten Principien in größere Abtheilungen klassificirt, so erhält man ein Pflanzensystem. Es giebt künstliche und natürliche Systeme. Die künstlichen Systeme nehmen nur auf einzelne, willkürlich gewählte, aber an allen Pflanzen leicht kenntliche Merkmale Rücksicht, nach deren Verschiedenheiten die Pflanzen in ihnen geordnet sind. Sie können deshalb eigentlich nur als Pflanzenregister angesehen werden; aber wegen der Einheit des Eintheilungsprincipes sind sie zum Bestimmen der Gattungen ungemein praktisch. Es kann ihrer offenbar so viele geben, als man Merkmale der Pflanzen ausfindig macht, nach denen eine Eintheilung möglich ist, z. B. nach der Beschaffenheit der Blätter oder der Wurzeln oder einzelner Blütentheile oder der Früchte ꝛc. Das berühmteste und dauernd im Gebrauche gebliebene künstliche System ist das von Linné 1735 aufgestellte, welches auf die Befruchtungs- oder Geschlechtsorgane gegründet ist, daher Geschlechts- oder Sexualsystem genannt wird. §. 280.

§. 280. I. Ueberſicht der XXIV Klaſſen des Linné'ſchen Syſtems.

A. Mit deutlichen Befruchtungsorganen (mit Staubgefäßen und Piſtillen): **Phanerogamia**[1], **Blütenpflanzen, Geſchlechtspflanzen** oder **Phanerogamen.**

I. Mit **Zwitterblüten** (§. 109.): Monoclinia[2] (verbundenehig oder einbettig).

A. Staubgefäße vom Piſtille getrennt.

a. Staubgefäße unter ſich **frei** und alſo nicht verwachſen.

Ohne Rückſicht auf Länge der Staubgefäße.	Zahl der Staubgefäße.	1 Stbgfß	1-männige Pfl.	Klaſſe	I. **Monandria**[3].
		2 Stbgfße	2-männige Pfl.	„	II. **Diandria**[3].
		3 Stbgfße	3-männige Pfl.	„	III. **Triandria**[3].
		4 Stbgfße	4-männige Pfl.	„	IV. **Tetrandria**[3].
		5 Stbgfße	5-männige Pfl.	„	V. **Pentandria**[3].
		6 Stbgfße	6-männige Pfl.	„	VI. **Hexandria**[3].
		7 Stbgfße	7-männige Pfl.	„	VII. **Heptandria**[3].
		8 Stbgfße	8-männige Pfl.	„	VIII. **Octandria**[3].
		9 Stbgfße	9-männige Pfl.	„	IX. **Enneandria**[3].
		10 Stbgfße	10-männige Pfl.	„	X. **Decandria**[3].
		12—18 Stbgfße	12-männige Pfl.	„	XI. **Dodecandria**[3].
	Zahl u. Befeſtigungsſtelle.	20 oder mehre **perigyne** Staubgefäße	20-männige Pfl.	„	XII. **Icosandria**[3].
		ebenſo, aber **hypogyn.**	vielmännige Pfl.	„	XIII. **Polyandria**[3].
Mit Rückſicht auf die Länge der Staubgefäße.		2 längere und 2 kürzere Staubgefäße; meiſt Lippenblüten.	2-mächtige Pfl.	„	XIV. **Didynamia**[3].
		4 längere und 2 kürzere Staubgefäße; mit Schoten oder Schötchen.....	4-mächtige Pfl.	„	XV. **Tetradynamia**[3].

b. Staubgefäße unter ſich **verwachſen.**

Staubfäden verwachſen	in 1 Bündel	1-brüdrige Pfl.	Klaſſe XVI.	**Monadelphia**[3].
	in 2 Bündel (Schmetterlingsblüten)	2-brüdrige Pfl.	„ XVII.	**Diadelphia**[3].
	in 3 oder mehrere Bündel	vielbrüd. Pfl.	„ XVIII.	**Polyadelphia**[3].
Staubbeutel in eine Röhre verwachſen; Blütenköpfchen		röhrenbeutlige Pfl.	„ XIX.	**Syngenesia**[4].
B. Staubbeutel dem **Piſtille** angewachſen		ſtempel- oder weibermännige Pfl.	„ XX.	**Gynandria**[3].

II. Mit **eingeſchlechtigen Blüten**, d. h. Staubgefäße und Piſtille getrennt in **verſchiedenen** Blüten: Diclinia[5] (getrennthedig oder zweibettig).

♂ und ♀ Blüte auf **derſelben** Pflanze, aber getrennt.....		1-häufige Pfl.	Klaſſe XXI.	**Monoecia**[6].
♂ u. ♀ Blüte auf 2 **verſchiedenen** Pfl.	nur mit ♂ und ♀ Blüten	2-häufige Pfl.	„ XXII.	**Dioecia**[10].
	auch zugleich mit Zwitterblüten untermiſcht (z. B. Ahornarten)	vielehige Pfl.	„ XXIII.	**Polygamia**[11].

B. Ohne Staubgefäße und Piſtille; Befruchtungsorgane von anderer Beſchaffenheit: **Cryptogamia**[12], **blütenloſe Pflanzen, Kryptogamen** ..... „ XXIV. **Cryptogamia**[12].

---

1) Zuſammengeſetzt aus φανερός ſichtbar und γάμος Ehe. 2) μόνος Einer und κλίνη Lager, Bett. 3) ἀνδρία Männigkeit (ἀνδρεῖος männlich, ἀνήρ Mann) und μόνος Einer, δίς doppelt, zwei, τρίς drei, τέτρα vier, πέντε fünf, ἕξ ſechs, ἑπτά ſieben, ὀκτώ acht, ἐννέα neun, δέκα zehn, δώδεκα zwölf, εἴκοσι zwanzig, πολύς viel. 4) σύν zuſammen und γένεσις Erzeugung, Wachsthum (die Staubbeutel ſind zuſammengewachſen). 5) γυνή Weib (Stempel) und ἀνδρία Männigkeit. 6) δίς zwei und κλίνη Lager, Bett. 7) μόνος Einer und οἶκος Haus. 8) δίς zwei und οἶκος Haus. 9) πολύς viel und γάμος Ehe. 10) κρυπτός verborgen und γάμος Ehe.

II. Ordnungen des Linné'schen Systems. §. 280.

Diese werden gebildet und benannt:

1) Nach der **Zahl** der Stempel (Pistille) oder auch der Narben, Griffel oder Fruchtknoten bei I.—XIII. Klasse:

1. O.: mit 1 Pistill.: **Monogynia**[1] (1weibige Pst.)	7. O.: mit 7 Pistill.: **Heptagynia**[1] (7weib. Pst.)
2. O.: mit 2 Pistill.: **Digynia**[1] (2weibige Pst.)	8. „ : mit 8 Pistill.: **Octagynia**[1] (8weib. Pst.)
3. O.: mit 3 Pistill.: **Trigynia**[1] (3weibige Pst.)	9. „ : mit 9 Pistill.: **Enneagynia**[1] (9weib. Pst.)
4. O.: mit 4 Pistill.: **Tetragynia**[1] (4weib. Pst.)	10. „ : mit 10 Pistill.: **Decagynia**[1] (10weib. Pst.)
5. O.: mit 5 Pistill.: **Pentagynia**[1] (5weib. Pst.)	11. „ : mit 12 Pistill.: **Dodecagynia**[1] (12w. Pst.)
6. O.: mit 6 Pistill.: **Hexagynia**[1] (6weib. Pst.)	12. „ : mit mehr als 12 Pistillen: **Polygynia**[1] (vielweibige Pst.).

Jedoch hat nicht jede der 13 ersten Klassen **alle** Ordnungen, weshalb dann ihre Bezeichnung mit Zahlen als 1ste, 2te, 3te Ordnung ꝛc. auch nicht immer die Zahl der Pistille anzeigt. Die letzte Ordnung mit vielen Pistillen (Polygynia) ist z. B. bei der VI. Klasse schon die 4te Ordnung mit mehr als 5 Pistillen, bei der V. und X. Klasse die 6te Ordnung mit mehr als 5 Pistillen. — Man hat auch in der XII. und XIII. Klasse wegen großer Veränderlichkeit der Zahl der Pistille die Ordnungen zusammengezogen, und so die 2te Ordnung mit 2 bis 5 Pistillen Di-pentagynia, und die 3te Ordnung mit 10 und mehren Pistillen Deca-polygynia genannt.

2) Nach der **Art** oder dem **Baue der Frucht** bei den je 2 Ordnungen der XIV. und XV. Klasse:

- XIV. Klasse.
  - 4 Früchtchen im Kelche.... **Nacktsamige** oder **Vierfrüchtige.** 1. Ord.: Gymnospermia[2].
  - Samen in einer Kapsel und also **Einfrüchtige** oder **Bedecktsamige.** 2. Ord.: Angiospermia[2].
- XV. Klasse.
  - Frucht (Schote) fast so lang als breit.. **Schötchenfrüchtige.** 1. Ord.: Siliculosae[3].
  - Schote viel länger als breit.. **Schotenfrüchtige.** 2. Ord.: Siliquosae[3].

3) Nach der **Zahl und Verwachsung der Staubgefäße** bei XVI. bis XVIII. und XX. bis XXIII. Klasse, bei denen die Benennungen der Ordnungen dann dieselbe Bedeutung haben, wie die Klassennamen bei den 13 ersten Klassen.

4) Nach dem **Geschlechte und der Fruchtbarkeit der Blüten** in demselben Blütenköpfchen bei der XIX. Klasse:

- Die einzelnen Blütchen **ohne** besondere Hüllchen
  - nur mit ☿ (in der Scheibe und im Strahle).... 1. Ord.: *Aequālis*[4].
  - mit ☿ in der Scheibe und ♀ im Strahle
    - alle Blüten fruchtbar (mit Narben)..... 2. Ord.: *Superflŭa*[5].
    - nicht alle fruchtbar
      - nur die ☿ fruchtbar..... 3. Ord.: *Frustranĕa*[6].
      - nur die ♀ fruchtbar..... 4. Ord.: *Necessaria*[7].
- Alle Blütchen noch durch **besondere** Hüllchen von einander getrennt. 5. Ord.: *Segregāta*[10].

Das Linné'sche System ist wegen der Einfachheit seiner Eintheilung unter allen Pflanzensystemen für den Anfänger am faßlichsten und zur Bestimmung der Pflanzen geeignetsten. Gewisse Fehler und Schwierigkeiten beruhen vorzüglich auf der Veränderlichkeit der Befruchtungsorgane; denn es variiren oft an einer und derselben Pflanze oder an nahe verwandten Pflanzenarten: 1) die Zahl der Staubgefäße und Pistille, weshalb man mehrere Blüten untersuchen muß; 2) die

---

1) Γυνή Weib (Stempel) und μόνος einer, δίς zwei, τρίς drei, τέτρα vier, πέντε fünf, ἕξ sechs, ἑπτά sieben, ὀκτώ acht, ἐννέα neun, δέκα zehn, δώδεκα zwölf, πολύς viel. 2) γυμνός nackt und σπέρμα Samen. 3) ἀγγεῖον oder ἄγγος kleines Gefäß, Behältniß und σπέρμα Samen. 4) Verkleinerungswort von silīqua Schote; also Schötchen. 5) silīqua Schote. 6) gleichförmig (alle Blumen ☿). 7) überflüssig (die ☿ fruchtbar, aber auch die ♀). 8) vergeblich oder unnöthig (nur die ☿ fruchtbar, aber die ♀ unfruchtbar). 9) nothwendig (nur die ♀ fruchtbar). 10) getrennt.

Verwachsung der Staubgefäße in der XVI. und XVII. Klasse; 3) die Trennung der Geschlechter (z. B. *Valeriāna dioïca* mit zweihäufigen Blüten neben *V officinālis* mit Zwitterblüten, *Urtïca dioïca*, neben *U. urens* mit Zwitterblüten); 4) das polygamische Verhältniß (§. 109.) wechselt so sehr, daß man die XXIII. Klasse fast einstimmig verwarf und die Gattungen derselben in diejenigen Klassen einreihte, in welche sie nach ihren Zwitterblüten gehören. Wie überhaupt von keinem künstlichen Systeme, so kann eben auch vom Linné'schen nicht erwartet werden, daß es der natürlichen Verwandtschaft der Pflanzen Rechnung trägt. Und so wird denn auch hier die natürliche Verwandtschaft vielfach so zerrissen, daß die ähnlichsten Pflanzen oft in mehreren Klassen getrennt sind und die unähnlichsten in derselben Klasse stehen. So sind z. B. die Gräser in fünf Klassen zerstreut, und es ist nicht selten, daß Arten einer und derselben Gattung zu verschiedenen Klassen gehören; andererseits sind z. B. in der zweiten Klasse vereinigt die Oleaceen mit der Gattung *Salicornia* aus der Familie der Chenopodiaceen, mit der Gattung *Circaea* aus der Familie der Onagraceen, mit mehreren Gattungen der Scrophularineen, der Labiaten und der Gräser. Allerdings giebt es auch wieder einige Klassen im Linné'schen Systeme, welche mit gewissen besonders großen Familien des natürlichen Systems vollständig oder doch zum wesentlichsten Theile zusammenfallen, nämlich

Kl. III. 2.	bildet	die	Familie	der	Süßgräser (*Graminĕae*),
Kl. V. 2.	„	„	„	„	Doldengewächse (*Umbellifĕrae*),
Kl. XIV. 1.	„	„	„	„	Lippenblüter (*Labiātae*),
Kl. XV. 1. u. 2.	„	„	„	„	Kreuzblüter (*Cruciferae*),
Kl. XVII. 3.	„	„	„	„	Schmetterlingsblüter (*Papilionacĕae*),
Kl. XIX.	„	„	„	„	Compositen od. Synantheren (*Compositae*),
Kl. XX.	„	„	„	„	Orchideen (*Orchidĕae*).

§. 281. **Natürliche Systeme**

unterscheiden sich von den künstlichen dadurch, daß sie die Gesammtheit der Merkmale berücksichtigen, um die Pflanzen nach ihrer natürlichen Verwandtschaft zu ordnen. Sie gehen von der Wahrheit aus, daß das Pflanzenreich sich aus sich selbst entwickelt hat, daß nicht alle Gattungen als solche ursprünglich erschaffen sind, sondern daß die vollkommenen Pflanzen aus niedrigeren Gewächsen und diese wiederum aus den unvollkommensten vegetabilischen Organismen allmählich sich entwickelt haben. Das natürliche System soll daher das phylogenetische[1]) Verhältniß der Pflanzenformen zu einander, d. h. den Stammbaum der Entwickelung des gesammten Pflanzenreiches darstellen. Daraus folgt, daß es überhaupt nur ein einziges natürliches System geben kann und daß die verschiedenen Versuche, solche Systeme aufzustellen, der Wahrheit nur mehr oder minder nahe kommen. Ja wir sind von jenem Ziele überhaupt weit entfernt. Denn das Pflanzenreich liegt gegenwärtig in abgeschlossener Entwickelung vor uns, und ist es vielfach nicht mehr erkennbar, in welcher Beziehung der Abstammung gewisse Pflanzengruppen zu einander stehen. Daß aber eine solche natürliche Verwandtschaft der Pflanzen, die auf gemeinsamen Abstammungen beruht, thatsächlich begründet ist, geht vor allem hervor aus der Existenz der natürlichen Familien (§. 279.), die daher die Elemente des natürlichen Systems bilden. Sie lassen sich wieder in größere Verbände, Ordnungen, Reihen, Unterklassen und Klassen bringen, welche durch allgemeinere Verwandtschaften gekennzeichnet sind. Diese Verwandtschaft allein sagt uns freilich durchaus nichts über den eigentlichen Stammbaum des Pflanzenreiches, also darüber, welches die früheren und welches die späteren Glieder waren und welche Gruppen etwa als Schwesterstämme von gemeinsamen Ahnen entsprungen sind. Wir können im natürlichen System nur die verwandten Reihen und Ordnungen hinter einander aufzählen, ohne damit etwas über jene phylogenetische Beziehung aussagen zu können oder zu wollen. Das phylogenetische Verhältniß ist nur bezüglich der größten Abtheilungen des

1) Zusammengesetzt aus φυλή Volksstamm, Stamm und γένος Entstehung.

Pflanzenreiches aufgeklärt, dank den genaueren Kenntnissen, die man gegenwärtig §. 281.
von der Fortpflanzung und Entwickelungsgeschichte besonders in den einzelnen Klassen der Kryptogamen hat; und in Uebereinstimmung damit hat auch der geologische Befund gelehrt, daß in der That die Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches in dieser nämlichen Aufeinanderfolge in den einzelnen geologischen Perioden erschienen sind. Wir wissen, daß das Pflanzenleben mit niederen Thallophyten (Algen) begonnen hat, daß diesen größere Thallophyten und Moose gefolgt sind, darauf Gefäßkryptogamen erschienen, nach diesen die Gymnospermen kamen und die Angiospermen den Schluß machten. Innerhalb der letzteren sind die Monokotyledonen und Dikotyledonen zwei natürliche Abtheilungen und wahrscheinlich parallele Entwickelungsreihen. Wie sich innerhalb derselben die einzelnen Unterklassen, Reihen und Ordnungen, und innerhalb der letzteren wieder die einzelnen Familien phylogenetisch aneinanderschließen, ist, wie gesagt, unentschieden; doch dürften dieselben vielfach auch wieder als parallele Entwickelungsreihen nebeneinander aus gemeinsamen Urformen entstanden sein. Aber auch die bloße verwandtschaftliche Beziehung ist gegenwärtig noch bei manchen Familien zweifelhaft, so daß man nicht einig über ihre Stellung im Systeme ist, und jeder Botaniker sie in die Nähe derjenigen Familie stellt, beziehendlich in derjenigen Ordnung oder Reihe unterbringt, mit welcher sie ihm die meiste Verwandtschaft zu haben scheinen.

Natürliche Pflanzensysteme stellten auf:

Peter Magnol (1689),	Agardh (1825),
Oeder (1761),	L. Reichenbach (1828),
Batsch (1786),	K. H. Schulz (1832),
A. L. von Jussieu (1789),	v. Martius (1835),
Oken (1810),	Endlicher (1836),
A. P. Decandolle (1813),	Grisebach (1854),
Ach. Richard (1823),	Bentham und Hooker (1862),
Bartling (1830),	A. Braun (1864),
Lindley (1833),	Hanstein (1867),
Elias Fries (1835),	Eichler (1876 und 1880).
Perleb (1838),	

Das Jussieu'sche System war das erste natürliche System, welches auf bestimmte Principien gegründet ist und die natürlichen Familien oder wie sie dort genannt werden, Ordnungen aufstellt in der im allgemeinen auch in den späteren Systemen beibehaltenen Abgrenzung. Denn die letzteren haben in der Hauptsache das Jussieu'sche System zur Grundlage genommen und sind Verbesserungen desselben, namentlich in Bezug auf die Zahl und die naturgemäße Gruppirung der Familien unter einander. Professor Bernhard de Jussieu, welcher die Pflanzen des Gartens zu Trianon 1759 nach dem von ihm aufgestellten Systeme ordnete, machte seine Beobachtungen selbst nicht bekannt, veranlaßte aber einen Brudersohn, den Professor Anton Laur. de Jussieu, in seine Lehre einzugehen, und dieser gab 1789 sein berühmtes Werk heraus: Genĕra plantārum secūndum ordĭnes naturāles disposĭta. A. P. Decandolle stellte zuerst 1813 in seiner Théorie élémentaire de la botanique sein System (s. unten) auf, dessen Hauptabtheilungen auf den inneren anatomischen Bau sich gründen; es werden zuerst Zellpflanzen, die nur aus Zellen, und Gefäßpflanzen, die aus Zellen und Gefäßen bestehen (S. 147; 151), unterschieden und innerhalb der letzteren die Abtheilungen der Dikotyledonen und Monokotyledonen als Exogenen und Endogenen bezeichnet, mit Rücksicht auf die Art der Verdickung des Stengels, indem bei den Dikotyledonen oder Exogenen wegen der Anordnung der Gefäßbündel in einem Kreise der Holzkörper von außen seinen Zuwachs erhält, bei den Monokotyledonen oder Endogenen aber ein solcher Zuwachs meistens nicht stattfindet; doch ist die Vorstellung, welche der Bezeichnung Endogenen zu Grunde liegt, daß der Zuwachs von innen erfolgen soll, anatomisch unrichtig. Eine gewisse Bedeutung hat in der neueren Zeit das System von Steph. Endlicher (Genĕra plantārum secūndum ordĭnes naturāles disposĭta. Wien 1836—1841) gefunden (S. 692). Es theilt die Hauptabtheilungen nach morphologischen und anatomischen Principien

indem zunächſt Thallophyten oder Pflanzen, die nur einen **Thallus** beſitzen, und Cormophyten oder Pflanzen, bei denen Stengel und Blätter vorhanden ſind, unterſchieden werden. Die Cormophyten zerfallen wieder in *Acrobrya*, welche nur am Gipfel, in *Amphibrya*, welche nur im Umfang, und in *Acramphibrya*, welche am Gipfel und Umfang zugleich wachſen ſollen, Abtheilungen, welche den blattbildenden Kryptogamen, den Monokotyledonen und den Dikotyledonen anderer natürlichen Syſteme entſprechen. In den in der neueſten Zeit aufgeſtellten und zu allgemeinerer Geltung gekommenen natürlichen Syſtemen iſt überall an der von uns auch in der Morphologie befolgten Eintheilung (S. 151) in **Kryptogamen** oder Sporenpflanzen und Phanerogamen oder Samenpflanzen, der letzteren in Gymnoſpermen (§. 135.) und Angioſpermen (§. 108.) und dieſer wieder in Monokotyledonen und Dikotyledonen feſtgehalten. Das von A. Braun in Aſcherſon's Flora der Provinz Brandenburg, Berlin 1864, aufgeſtellte Syſtem wurde dann mit gewiſſen Veränderungen von Hanſtein (Ueberſicht des natürlichen Pflanzenſyſtems, Berlin 1867) bearbeitet. Einen weiteren Fortſchritt, beſonders in den Verſuchen, die natürliche Verwandtſchaft der Familien durch ihre Anordnung und Stellung zum Ausdrucke zu bringen, finden wir in dem Syſteme von Eichler (Syllabus der Vorleſungen über Phanerogamenkunde, Kiel 1876 und Syllabus der Vorleſungen über ſpecielle und mediciniſch-pharmaceutiſche Botanik, Berlin 1880), welches wir in der Hauptſache auch dem ſpeciellen Theile dieſes Buches zu Grunde legen und daher unten in ausführlicher Darſtellung (S. 694) geben.

§. 282.

Das Juſſieu'ſche Syſtem.

A. Acotyledŏnes.

Klaſſe I. Acotyledonie.

Ord. 1. Fungi.
„ 2. Algae.
Ord. 3. Hepaticae.
„ 4. Musci.
Ord. 5. Filices.
„ 6. Najădes.

B. Monocotyledŏnes.

Klaſſe II. Monohypogynie.

Ord. 7. Aroïdĕae.
„ 8. Typhae.
Ord. 9. Cyperoïdĕae.
Ord. 10. Gramĭna.

Klaſſe III. Monoperigynie.

Ord. 11. Palmae.
„ 12. Asparăgi.
„ 13. Juncĭ.
Ord. 14. Lilĭa.
„ 15. Bromelĭae.
„ 16. Asphodĕli.
Ord. 17. Narcĭssi.
„ 18. Irĭdes.

Klaſſe IV. Monoĕpigynie.

Ord. 19. Musae.
„ 20. Cannae.
Ord. 21. Orchĭdes.
Ord. 22. Hydrocharĭdes.

C. Dicotyledŏnes apetălae.

Klaſſe V. Epistaminie.

Ord. 23. Aristolochĭae.

Klaſſe VI. Peristaminie.

Ord. 24. Elaeăgni.
„ 25. Thymelĕae.
Ord. 26. Protĕae.
„ 27. Lauri.
Ord. 28. Polygonĕae.
„ 29. Atriplĭces.

Klaſſe VII. Hypostaminie.

Ord. 30. Amarănti.
„ 31. Plantagĭnes.
Ord. 32. Nyctagĭnes.
Ord. 33. Plumbagĭnes.

D. Dicotyledŏnes monopetălae.

Klaſſe VIII. Hypocorollie.

Ord. 34. Lysimachĭae.
„ 35. Pediculāres.
„ 36. Acānthi.
„ 37. Jasminĕae.
„ 38. Vitĭces.
Ord. 39. Labiatae.
„ 40. Scrophulariněae.
„ 41. Solanĕae.
„ 42. Boraginĕae.
„ 43. Convolvŭli.
Ord. 44. Polemonĭa.
„ 45. Bignonĭae.
„ 46. Gentiānae.
„ 47. Apocynĕae.
„ 48. Sapŏtae.

Klasse IX. **Pericorollie.**

Ord. 49. Guajacānae.
„ 50. Rhododēndra.
Ord. 51. Ericae.
Ord. 52. Campanulacēae.

Klasse X. **Synantherie.**

Ord. 53. Cichoracēae.
Ord. 54. Cynarocephālae.
Ord. 55. Corymbifĕrae.

Klasse XI. **Chorisantherie.**

Ord. 56. Dipsacēae.
Ord. 57. Rubiacēae.
Ord. 58. Caprifolia.

E. Dicotyledŏnes polypetălae.

Klasse XII. **Epipetalie.**

Ord. 59. Araliae.
Ord. 60. Umbellifĕrae.

Klasse XIII. **Hypopetalie.**

Ord. 61. Ranunculacēae.
„ 62. Papaveracēae.
„ 63. Cruciferae.
„ 64. Capparides.
„ 65. Sapindi.
„ 66. Acĕra.
„ 67. Malpighiae.
„ 68. Hyperica.
Ord. 69. Guttifĕrae.
„ 70. Aurantiae.
„ 71. Meliae.
„ 72. Vites.
„ 73. Gerania.
„ 74. Malvacēae.
„ 75. Magnoliae.
Ord. 76. Anŏnae.
„ 77. Menispĕrmae.
„ 78. Berberides.
„ 79. Tiliacēae.
„ 80. Cisti.
„ 81. Rutacēae.
„ 82. Caryophyllĕae.

Klasse XIV. **Peripetalie.**

Ord. 83. Sempervīvae.
„ 84. Saxifrăgae.
„ 85. Cacti.
„ 86. Portulacēae.
„ 87. Ficoīdeae.
Ord. 88. Onăgrae.
„ 89. Myrti.
„ 90. Melastŏmae.
„ 91. Salicarīae.
Ord. 92. Rosacēae.
„ 93. Leguminōsae.
„ 94. Terebinthacēae.
„ 95. Rhamni.

Klasse XV. **Diclinie.**

Ord. 96. Euphorbiacēae.
„ 97. Cucurbitacēae.
Ord. 98. Urtĭcae.
„ 99. Amentacēae.
Ord. 100. Conifĕrae.

Das Decandolle'sche System. §. 283.

I. Plantae vasculāres s. Cotyledonĕae.

Klasse I. **Exogĕnae s. Dicotyledoneae.**

Subklasse I. **Thalamiflōrae.**

Ord. 1. Ranunculacēae.
„ 2. Dilleniacēae.
„ 3. Magnoliacēae.
„ 4. Anonacēae.
„ 5. Menispermēae.
„ 6. Berberidēae.
„ 7. Podophyllacēae.
„ 8. Nymphaeacēae.
„ 9. Papaveracēae.
„ 10. Fumariacēae.
„ 11. Cruciferae.
„ 12. Capparidēae.
„ 13. Flacourtianēae.
„ 14. Bixinēae.
„ 15. Cistinēae.
„ 16. Violariēae.
„ 17. Droseracēae.
„ 18. Polygalēae.
Ord. 19. Tremandrēae.
„ 20. Pittosporēae.
„ 21. Frankeniacēae.
„ 22. Caryophyllēae.
„ 23. Linēae.
„ 24. Malvacēae.
„ 25. Bombacēae.
„ 26. Büttneriacēae.
„ 27. Tiliacēae.
„ 28. Elaeocarpēae.
„ 29. Chlenacēae.
„ 30. Ternstrōmiacēae.
„ 31. Camelliacēae.
„ 32. Olacinēae.
„ 33. Aurantiacēae.
„ 34. Hypericinēae.
„ 35. Guttifĕrae.
„ 36. Marcgraviacēae.
Ord. 37. Hippocrateacēae.
„ 38. Erythroxylēae.
„ 39. Malpighiacēae.
„ 40. Acerinēae.
„ 41. Hippocastanēae.
„ 42. Rhizobolēae.
„ 43. Sapindacēae.
„ 44. Meliacēae.
„ 45. Ampelidēae.
„ 46. Geraniacēae.
„ 47. Tropaeolēae.
„ 48. Balsaminēae.
„ 49. Oxalidēae.
„ 50. Zygophyllēae.
„ 51. Rutacēae.
„ 52. Simarubēae.
„ 53. Ochnacēae.
„ 54. Coriariēae.

Subklasse II. **Calyciflōrae.**

Ord. 55. Celastrinēae.
„ 56. Rhamnēae.
„ 57. Bruniacēae.
„ 58. Samydēae.
„ 59. Homalinēae.
„ 60. Chailletiacēae.
„ 61. Aquilarinēae.
„ 62. Terebinthacēae.
Ord. 63. Leguminōsae.
„ 64. Rosacēae.
„ 65. Calycanthēae.
„ 66. Granatēae.
„ 67. Memecylēae.
„ 68. Combretacēae.
„ 69. Vochysiēae.
„ 70. Rhizosporēae.
Ord. 71. Onagrariēae.
„ 72. Haloragēae.
„ 73. Ceratophyllēae.
„ 74. Lythrariēae.
„ 75. Tamariscinēae.
„ 76. Melastomacēae.
„ 77. Alangiēae.
„ 78. Philadelphēae.

Ord. 79.	Myrtacĕae.	Ord. 93.	Araliacĕae.	Ord. 106.	Cyphiacĕae.
„ 80.	Cucurbitacĕae.	„ 94.	Hamamelidĕae.	„ 107.	Goodenoviăe.
„ 81.	Passiflorĕae.	„ 95.	Cornĕae.	„ 108.	Roussaeacĕae.
„ 82.	Loasĕae.	„ 96.	Loranthacĕae.	„ 109.	Gesneriacĕae.
„ 83.	Turneracĕae.	„ 97.	Caprifoliacĕae.	„ 110.	Sphenocleacĕae.
„ 84.	Fouquieracĕae.	„ 98.	Rubiacĕae.	„ 111.	Columelliacĕae.
„ 85.	Portulacĕae.	„ 99.	Valerianĕae.	„ 112.	Napoleonĕae.
„ 86.	Paronychiĕae.	„ 100.	Dipsacĕae.	„ 113.	Vaccinĭăe.
„ 87.	Crassulacĕae.	„ 101.	Calycerĕae.	„ 114.	Ericacĕae.
„ 88.	Ficoïdĕae.	„ 102.	Compositae.	„ 115.	Epacridĕae.
„ 89.	Cactĕae.	„ 103.	Stylidĭăe.	„ 116.	Pyrolacĕae.
„ 90.	Grossulariĕae.	„ 104.	Lobeliacĕae.	„ 117.	Francoĕae.
„ 91.	Saxifragacĕae.	„ 105.	Campanulacĕae.	„ 118.	Monotropĕae.
„ 92.	Umbellifĕrae.				

Subklasse III. Corollifĭorae.

Ord. 119.	Myrsinĕae.	Ord. 127.	Bignoniacĕae.	Ord. 135.	Labiātae.
„ 120.	Sapotĕae.	„ 128.	Sesamĕae.	„ 136.	Myoporĭnae.
„ 121.	Ebenacĕae.	„ 129.	Polemoniacĕae.	„ 137.	Pyrenacĕae.
„ 122.	Oleïnĕae.	„ 130.	Convolvulacĕae.	„ 138.	Acanthacĕae.
„ 123.	Jasminĕae.	„ 131.	Borraginĕae.	„ 139.	Lentibulariĕae.
„ 124.	Strychnĕae.	„ 132.	Solanĕae.	„ 140.	Primulacĕae.
„ 125.	Apocynĕae.	„ 133.	Antirrhinĕae.	„ 141.	Globulariĕae.
„ 126.	Gentianĕae.	„ 134.	Rhinanthacĕae.		

Subklasse IV. Monochlamydĕae.

Ord. 142.	Plumbaginĕae.	Ord. 149.	Laurinĕae.	Ord. 156.	Euphorbiacĕae.
„ 143.	Plantaginĕae.	„ 150.	Myristicĕae.	„ 157.	Monimiĕae.
„ 144.	Nyctaginĕae.	„ 151.	Proteacĕae.	„ 158.	Urticĕae.
„ 145.	Amarantacĕae.	„ 152.	Thymelaeae.	„ 159.	Piperītae.
„ 146.	Chenopodiĕae.	„ 153.	Santalacĕae.	„ 160.	Amentacĕae.
„ 147.	Begoniacĕae.	„ 154.	Elaeagnĕae.	„ 161.	Conifĕrae.
„ 148.	Polygonĕae.	„ 155.	Aristolochiĕae.		

Klasse II. Endogĕnae s. Monocotyledonĕae.

Subklasse I. Phanerogămae.

Ord. 162.	Cycadĕae.	Ord. 170.	Amaryllidĕae.	Ord. 177.	Commelynĕae.
„ 163.	Hydrocharidĕae.	„ 171.	Hemerocallidĕae.	„ 178.	Palmae.
„ 164.	Alismacĕae.	„ 172.	Dioscorĕae.	„ 179.	Pandanĕae.
„ 165.	Orchidĕae.	„ 173.	Smilacĕae.	„ 180.	Typhacĕae.
„ 166.	Drimyrrhizĕae.	„ 174.	Liliacĕae.	„ 181.	Aroïdĕae.
„ 167.	Musacĕae.	„ 175.	Colchicacĕae.	„ 182.	Cyperacĕae.
„ 168.	Iridĕae.	„ 176.	Juncacĕae.	„ 183.	Graminĕae.
„ 169.	Haemodoracĕae.				

Subklasse II. Cryptogămae.

Ord. 184.	Najades.	Ord. 186.	Marsiliacĕae.	Ord. 188.	Filices.
„ 185.	Equisetacĕae.	„ 187.	Lycopodinĕae.		

II. Plantae cellulāres s. Acotyledonĕae.

Subklasse I. Foliacĕae.

Ord. 189.	Musci.	Ord. 190.	Hepaticae.

Subklasse II. Aphȳllae.

Ord. 191.	Lichĕnes.	Ord. 193.	Fungi.	Ord. 194.	Algae.
„ 192.	Hypoxȳla.				

§. 284.

Das Endlicher'sche System.

I. Thallophȳta[1], **Lagerpflanzen,** Laubpflanzen, nur mit einem Lager aus Zellen gebildet, ohne Gegensatz von Wurzel-, Stamm- und Blattbildung.

1) Protophȳta[2], Ursprosser.

1) Algae. | 2) Lichĕnes.

---

1) ☞ S. 394, Note 1. 2) πρῶτος der Erste und φυτόν Pflanze, weil diese Pflanzen unabhängig von anderen Pflanzen entstehen.

2) Hysterophŷta[1], **Nachsprosser.** §. 284.

3) Fungi.

II. Cormophŷta[2], Stammpflanzen oder Stengelpflanzen, mit dem Gegensatze von Stengel und Blatt.

1) Acrobrŷa[3], Gipfel- oder Endsprosser.

a. Anophŷta[4].

4) Hepaticae.
5) Musci.

b. Protophŷta[5].

6) Calamariae (Equisetacĕae).
7) Filices.
8) Hydropterĭdes (Rhizocarpĕae).
9) Selagĭnes[6] (Isoëtacĕae und Lycopodiacĕae).
10) Zamiae (Cycadĕae).

c. Hysterophŷta[7].

11) Rhizanthĕae[7] (Rafflesiacĕae und Balanophoracĕae).

2) Amphibrŷa[8] (Monocotyledonĕae), Umsprosser.

12) Glumacĕae (Cyperacĕae, Graminĕae).
13) Enantioblāstae[9] (Restiacĕae, Xyridacĕae, Centrolepidacĕae, Eriocaulacĕae und Commelynacĕae).
14) Helobĭae.
15) Coronarĭae[10] (Liliacĕae, Colchicacĕae und Juncacĕae).
16) Arthrorhīzae[11] (Dioscorĕae).
17) Ensātae (Iridĕae, Amaryllidĕae).
18) Gynāndrae (Orchidĕae).
19) Scitaminĕae.
20) Fluviāles[12] (Najadĕae).
21) Spadicĭflōrae[13] (Aroïdĕae).
22) Princĭpes[14] (Palmae).

3) Acramphibrŷa[15] (Dicotyledonĕae), Endumsprosser.

a. Gymnospērmae. Nacktsamige.

23) Coniferae.

b. Apetālae. Blumenkronenlose.

24) Piperĭtae.
25) Aquatĭcae (Callitrichinĕae, Ceratophyllacĕae und Podostemacĕae).
26) Julĭflōrae[16] und Urticĭnae.
27) Oleracĕae[17] (Chenopodiacĕae, Amarantacĕae und Polygonacĕae).
28) Thymelaeae (Proteinae u. Monimiĕae).
29) Serpentarĭae (Aristolochiacĕae und Nepenthacĕae).

c. Gamopetālae. Mit verwachsenblättriger Blumenkrone.

30) Plumbagĭnes (Plumbaginĕae und Plantaginĕae).
31) Aggregātae (Calycerĕae, Valerianĕae, Dipsacĕae und Compositae).
32) Campanulĭnae.
33) Caprifoliacĕae (Rubiacĕae und Caprifoliacĕae).
34) Contortae.
35) Nuculifĕrae[18] (Boraginĕae, Labiātae, Verbenacĕae, Selaginĕae, Globulariĕae).
36) Tubiflōrae (Solanacĕae, Hydrophyllĕae, Convolvulacĕae und Polemoniacĕae).
37) Personātae (Scrofulariacĕae, Bignoniacĕae, Acanthacĕae, Gesneriacĕae, Orobanchĕae und Lentibulariacĕae).
38) Petalānthae[19] (Primulĭnae und Diospyrĭnae).
39) Bicōrnes[20] (Ericacĕae und Epacridĕae).

---

1) Ὕστερος Letzterer und φυτόν Pflanze, weil diese Pflanzen erst auf anderen lebenden oder abgestorbenen Pflanzen oder Pflanzentheilen entstehen. 2) κορμός Stamm und φυτόν Pflanze. 3) ἄκρα Spitze und βρύω treiben, sprossen, wachsen. 4) das verneinende ἀν- un- oder ohne und φυτόν Pflanze. 5) ☞ Seite 692, Note 2. 6) selāgo bei Plinius ist unser Lycopodium selāgo. 7) ῥίζα Wurzel und ἄνθος Blume. 8) ἀμφί ringsum und βρύω wachsen. 9) ἐναντίος gegenüber, entgegengesetzt und βλαστός Keim. 10) corōna Kranz. 11) ἄρθρον Glied, Gelenk und ῥίζα Wurzel. 12) fluviālis zum Flusse gehörig, darin wachsend (Flußpflanzen). 13) spadix Scheide und florĕo blühen. 14) die Ersten, Angesehensten, Fürsten (unter den Pflanzen). 15) ἄκρα Spitze, ἀμφί ringsum und βρύω wachsen. 16) ἴουλος Kätzchen und florĕo blühen (Kätzchenblüter). 17) olus Küchengewächs. 18) nucŭla kleine Nuß (nux) tragend (ferre tragen). 19) πέταλον Blumenkronblatt und ἄνθος Blume. 20) mit zwei (bis) Hörnern (cornu Horn).

d. **Dialypetălae**[1]. Mit getrenntblättriger Blumenkrone.

40) Discanthae[2] (Umbellifĭorae, Lorantha-cĕae).
41) Corniculātae[3] (Crassulacĕae, Saxifragacĕae und Ribesiacĕae).
42) Polycarpicae (Ranunculacĕae, Dilleniacĕae, Magnoliacĕae, Anonacĕae, Myristicacĕae, Menispermacĕae und Berberidĕae).
43) Rhoeădes Papaveracĕae, Fumariacĕae, Cruciferae und Capparidacĕae).
44) Nelumbia (Nymphaeacĕae).
45) Parietales[4] (Frankeniacĕae, Droseracĕae, Violacĕae, Cistacĕae, Bixacĕae, Loasacĕae, Turneracĕae und Passifloracĕae).
46) Peponifĭerae (Cucurbitacĕae und Begoniacĕae).
47) Opuntiae (Cactacĕae).
48) Caryophyllinae.
49) Columnifĕrae.
50) Guttifĕrae.
51) Hesperides[5] (Aurantiacĕae, Cedrelacĕae und Meliacĕae).
52) Acĕra (Sapindacĕae, Acerinĕae und Malpighiacĕae).
53) Polygalinae (Polygalacĕae).
54) Frangulacĕae (Frangulinae).
55) Tricoccae (Empetracĕae, Euphorbiacĕae und Buxacĕae).
56) Therebinthinĕae (Juglandacĕae, Anacardiacĕae, Burseracĕae, Zygophyllacĕae, Rutacĕae, Diosmĕae und Simarubacĕae).
57) Gruinales.
58) Calycifĭorae (Onagracĕae, Lythracĕae, Combretacĕae, Rhizophoracĕae, Vochysiacĕae, Philadelphĭae und Haloragĕae).
59) Myrtifĭorae (Myrtacĕae und Melastomacĕae).
60) Rosifĭorae (Chrysobalanĕae, Amygdalacĕae, Rosacĕae, Pomacĕae und Calycanthacĕae).
61) Leguminōsae.

§. 285. Uebersicht des von Eichler verbesserten Braun-Hanstein'schen Systems der Phanerogamen.

(Uebersicht der Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs ☞ §. 65.)

A. Angiospĕrmae. Angiospermen, Bedecktsamige (§. 108.). Samenknospen in einem Fruchtknoten eingeschlossen.

I. Klasse. **Dicotyledonĕae. Zweisamenlappige Pflanzen.** Keimling mit 2 gegenständigen Samenlappen (Kotyledonen §. 131, 3). Gefäßbündel im Stengel meist in einem Kreise angeordnet §. 56.). Blätter meist fieder- oder handnervig (§. 90.). Blattkreise der Blüten vorzüglich Kelch und Blumenkrone) vorherrschend 5gliederig, seltener 4- oder 2gliederig.

1. Unterklasse. **Eleutheropetălae (Polypetalae, Choripetălae), Getrenntblumenblättrige.** Die Blütenhülle ist meist als Kelch und Blumenkrone ausgebildet, und dann besteht die letztere aus mehreren getrennten Blumenblättern (§. 112.). Man muß in diese Abtheilung aber auch diejenigen Familien rechnen, deren Blüten keine Blumenblätter, sondern nur ein Perigon (§. 108; 113.) haben oder ganz nackt (§. 109.) sind, und welche darum in den älteren natürlichen Systemen eine besondere Abtheilung, Blumenblattlose, *Apetălae*, oder Perigonblütige, *Monochlamydeae*, bildeten. Das Fehlen und Vorhandensein von Blumenblättern kommt oft bei nahe verwandten Pflanzen, sogar innerhalb einer und derselben Familie vor und kann daher nicht als ein zur Trennung großer Abtheilungen hinreichendes Merkmal gelten.

1. Reihe. **Calycifĭorae.** Staubgefäße perigyn oder epigyn (§. 111.). Blütenblattkreise in deutlichen Quirlen (cyklisch §. 110.). Kelch und Blumenkrone

1) Διαλύειν auflösen, trennen und πέταλον Blumenblatt. 2) δίσκος Scheibe und ἄνθος Blume. 3) corniculum ein kleines Horn (cornu). 4) paries Wand, wegen der wandständigen Placenta. 5) hesperides Hesperiden, in der Fabellehre Töchter des Erebus und der Nacht, welche auf einer Insel am äußersten Westrande der Erde einen Garten mit goldenen Aepfeln bewohnten, nach welchen die Pomeranzenfrüchte benannt wurden.

oder ein Perigon. Meist ein mehrfächeriges oder mehrere einblättrige Pistille mit axiler, selten wandständiger Placenta (§. 121.), selten ein einfächeriger Fruchtknoten mit einer einzigen grundständigen Samenknospe. §. 285.

1. Ordnung. **Leguminósae. Hülsengewächse.** Ein einziges, einblättriges oberständiges Pistill; meist Hülsenfrucht (§. 130, 8.); meist 5 Kelch-, 5 Blumenblätter und 10 Staubgefäße. Blätter mit Nebenblättern.

- Blüten zygomorph (§. 110.), meist 10 Staubgefäße.
  - Blüten schmetterlingsfg (§. 114.), Staubfäden verwachsen oder 9 verwachsen und einer frei ..... 1) **Papilionaceae.*
  - Blüten nicht schmetterlingsförmig, Staubfäden meist frei ..... 2) *Caesalpiniaceae.*
- Blüten regelmäßig, 3 bis zahlreiche freie Staubgefäße ..... 3) *Mimosaceae.*

2. Ordnung. **Rosiflórae. Rosenblütige.** Pistill entweder mehrfächerig mit meist ein- oder wenigsamigen Fächern oder ein einziges einblätteriges Pistill oder zahlreiche mit je 1 Samen. Blütenboden teller- bis krugförmig erweitert, auf seinem Rande die perigynen Blumenblätter und Staubgefäße tragend, bisweilen selbst mit den Carpellen verwachsen, die dadurch unterständig werden; meist jedoch oberständige Pistille. Blütenblattkreise meist 5 gliederig, im Andröceum und Gynäceum meist vielgliederig. Blätter wechselständig, mit Nebenblättern.

- Fruchtknoten oberständig.
  - Frucht nicht vom Blütenboden eingeschlossen.
    - Ein einziges einblättriges Pistill, welches zu einer Steinfrucht wird.
      - Blüten regelmäßig, Pistill frei mit endständigem Griffel und hängenden Samenknospen ..... 4) **Amygdalaceae.*
      - Blüten zygomorph, das Pistill einseitig an den Kelch angewachsen mit grundständigem Griffel und aufrechten Samenknospen ..... 5) *Chrysobalaneae.*
    - 5 einblättrige Pistille, welche zu mehrsamigen Balgkapseln werden ..... 6) **Spiraeaceae.*
    - Meist zahlreiche einblättrige Pistille, welche nuß-, seltener steinbeerenartig werden und zu einer Sammelfrucht combinirt sind ..... 7) **Dryadaceae.*
  - Nüßchen vom vergrößerten krugfgen Blütenboden eingeschlossen.
    - 1 bis 3 Nüßchen im verhärteten Blütenboden eingesenkt ..... 8) **Poteriaceae.*
    - Zahlreiche Nüßchen im fleischigen Blütenboden eingesenkt ..... 9) **Rosaceae.*
- Fruchtknoten unterständig; eine Steinfrucht (Apfelfrucht) mit 1 bis 5 Fächern ..... 10) **Pomaceae.*

3. Ordnung. **Thymelinae. Seidelbastartige.** Fruchtknoten oberständig, einfächerig und meist einsamig; meist farbiges, verwachsenblättriges Perigon, mit perigynen Staubgefäßen. Blütenblattkreise 2- oder 4gliederig; 4 oder 8 Staubgefäße.

- Trockene Früchte.
  - 4 auf den Zipfel des Perigons aufgewachsene Staubbeutel; Fruchtknoten mit 1 bis mehreren Samenknospen, nicht vom Perigongrunde eingeschlossen ..... 11) *Proteaceae.*
  - 4 mit den Perigonzipfeln abwechselnde Staubgefäße; Fruchtknoten mit einer aufrechten Samenknospe; Nuß vom bleibenden Grunde des Perigons eingeschlossen ..... 12) **Elaeagnaceae.*
- Beeren; Fruchtknoten mit einer hängenden Samenknospe ..... 13) **Thymelaeaceae.*

4. Ordnung. **Santalinae. Santelartige.** Fruchtknoten unterständig, einfächerig, mit 1 oder wenigen aufrechten oder hängenden Samenknospen; meist Perigon mit perigynen, den Perigonzipfeln gegenüberstehenden Staubgefäßen; Blütenblattkreise 2- bis 6 gliederig. Schmarotzerpflanzen.

- Pflanzen mit grünen Blättern.
  - Fruchtknoten mit freier centraler Placenta; Nuß oder Steinfrucht. Grüne Wurzelschmarotzer ..... 14) **Santalaceae.*
  - Samenknospe mit der Fruchtknotenwand verwachsen. Beere. Grüne strauchartige Schmarotzer auf Bäumen .. 15) **Loranthaceae.*
- Wurzelschmarotzer ohne Chlorophyll, von pilzartigem Habitus ..... 16) *Balanophoraceae.*

§. 285. 5. Ordnung. **Serpentariae. Osterluzeiartige.** Fruchtknoten unterständig, 1-, 3-, 4- oder 6fächerig, mit zahlreichen Samenknospen; Perigon drei- bis viergliederig, verwachsenblätterig, Staubgefäße 3 bis zahlreiche, epigyn, frei oder gynandrisch.

- Nichtschmarotzende Pflanzen mit grünen Blättern.
  - Zwitterblüten mit ganzem oder dreispaltigem Perigon ... 17) *Aristolochiaceae.
  - Diöcische Blüten mit meist 4gliederigem Perigon. Blatter mit Ranke und Kanne (Fig. 225., §. 94.). 18) *Nepenthaceae.
- Chlorophylllose und meist blattlose, oft großblütige Wurzelschmarotzer 19) *Rafflesiaceae.

6. Ordnung. **Myrtiflorae. Myrtenblütige.** Fruchtknoten meist unterständig, mit meist 2 oder 4, seltener 6, meist vielsamigen Fächern. Meist alle Blütenblattkreise 4gliederig, seltener 6gliederig, Andröceum aus 1 oder 2 Kreisen gebildet oder vielgliederig, perigyn. Blätter meist gegen- oder quirlständig, meist ohne Nebenblätter.

- Fruchtknoten 2-, 1- oder 6fächerig, mit meist vielsamigen Fächern. Blumenblätter meist verbanden. Landpflanzen.
  - Fruchtknoten oberständig, Blütenblattkreise 6gliederig, 6 oder 12 Staubgefäße. Krautartige Pflanzen ... 20) *Lythraceae.
  - Fruchtknoten unterständig. Blütenblattkreise meist 4gliederig.
    - Zahlreiche Staubgefäße. Holzpflanzen ... 21) Myrtaceae.
    - 6—20 Staubgefäße, mit Anhängseln, Antheren mit Löchern aufspringend. Holzpflanzen mit dreinervigen Blättern ... 22) Melastomaceae.
    - 2, 4 oder 8 Staubgefäße. Meist krautartige Pflanzen ... 23) *Onagraceae.
  - Fruchtknoten unterständig, Frucht meist durch Fehlschlagen einsamig, mit langem hervorragenden Würzelchen des Keimlinges. Blütenblattkreise 4—13gliederig. Bäume ... 24) Rhizophoraceae.
- Fruchtknoten einfächerig und einsamig oder mehrfächerig mit einsamigen Fächern, unterständig. Blumenblätter oft fehlend.
  - Bäume. Fruchtknoten einfächerig, Frucht mit einem hängenden Samen, Blumenblätter oft fehlend, 8 Staubgefäße ... 25) Combretaceae.
  - Meist krautartige Wasserpflanzen.
    - Fruchtknoten 4fächerig, Blütenblattkreise 4gliederig, meist 4 Blumenblätter, 4 oder 8 Staubgefäße ... 26) *Haloragideae.
    - Fruchtknoten 1fächerig, Blumenblätter fehlen, 1 Staubgefäß ... 27) *Hippurideae.

7. Ordnung. **Passiflorinae. Passionsblumenartige.** Fruchtknoten unter- oder oberständig, dreiblätterig, einfächerig oder dreifächerig, mit wandständiger Placenta, und meist 3 getrennten Griffeln oder Narben. Staubgefäße epigyn oder perigyn. Blütenkreise 3- oder 5gliederig.

- Fruchtknoten oberständig,
  - auf stielförmig verlängerter Blütenaxe ... 28) Passifloraceae.
  - sitzend.
    - Blumenblätter vorhanden, 5 Stbgefäße, 3 Griffel, dreiklappige Kapsel ... 29) Turneraceae.
    - Blumenblätter fehlend oder rudimentär, Staubgefäße in der doppelten bis vierfachen Zahl der Kelchblätter, 1 Griffel, beerenartige Kapsel ... 30) Samydaceae.
- Fruchtknoten unterständig.
  - Blüten zwitterig. Staubgefäße zahlreich; einfächerige, 3- bis 7klappige Kapsel ... 31) Loaseae.
  - Blüten meist eingeschlechtig.
    - Kelch 3- bis 9spaltig, Staubgefäße 3—11, bäutige, einfächerige Kapsel ... 32) Datiscaceae.
    - Kelch oft 2blätterig, Staubgefäße zahlreich; meist dreifächerige Kapsel ... 33) Begoniaceae.

8. Ordnung. **Opuntinae. Cactusartige.** Fruchtknoten unterständig, einfächerig, mit wandständigen Samenleisten. Kelch und Blumenkrone aus zahlreichen, spiralig angeordneten und ohne scharfe Grenze in einander übergehenden Blättern gebildet. Staubgefäße zahlreich. Blattlose Fettpflanzen.

34) Cactaceae.

9. Ordnung. **Saxifragĭnae. Steinbrechartige.** Zwei bis zahlreiche Carpelle, welche ebensoviel einblätterige Pistille oder einen einzigen unterständigen, halbunterständigen oder oberständigen Fruchtknoten mit ebensovielen Fächern bilden; Einzelpistille und Fächer meist vielsamig, mit meist axiler Placenta; Blütenblattkreise meist 5zählig, oft vielgliederig; Blumenblätter vorhanden; Staubgefäße in 1 oder häufiger in 2 Kreisen, perigyn, epigyn oder hypogyn. Blätter wechsel- oder gegenständig, mit oder ohne Nebenblätter.

- Blütenblattkreise 3- bis 30 gliederig. Carpelle meist als einblätterige, freie Pistille entwickelt. Fettpflanzen mit meist wechselständigen, ungetheilten Blättern ..... 35) *Crassulaceae.
- Blütenblattkreise meist 4- bis 5 gliederig. Carpelle meist einen 2- bis 5fächerigen Fruchtknoten bildend.
  - Kräuter mit meist wechselständigen, nebenblattlosen Blättern.
    - Staubgefäße 8 oder 10, in zwei Kreisen, beide mit Antheren, Kapsel 2- oder 1fächerig ..... 36) *Saxifragaceae.
    - 8 Staubgefäße mit Antheren, ebensoviel sterile. Kapsel 4fächerig ..... 37) *Francoaceae.
    - 5 Staubgefäße mit Antheren; 5 den Blumenblättern opponirte innere Staubgefäße steril, schuppenförmig mit drüsigen Wimpern ..... 38) *Parnassiaceae.
  - Sträucher oder Bäume.
    - Blätter wechselständig.
      - Fruchtknoten ganz unterständig, 2fächerig, mit wandständiger Placenta, Fächer vielsamig, 5 Staubgefäße. Beerenfrucht ..... 39) *Ribesiaceae.
      - Fruchtknoten meist unterständig, zweifächerig, Fächer vielsamig, fünf Staubgefäße. Kapselfrucht ..... 40) *Escalloniaceae.
      - Fruchtknoten mehr oder weniger unterständig, 2fächerig, Fächer einsamig, 4 äußere Staubgefäße mit Antheren, 4 innere steril. Kapselfrucht ..... 41) *Hamamelidaceae.
    - Blätter gegenständig. Staubgef. in 2 Kreisen oder zahlreich.
      - Fruchtknoten oberständig, meist zweifächerig. Blätter mit interpetiolaren Nebenblättern ..... 42) *Cunoniaceae.
      - Fruchtknoten ganz oder halb unterständig. Blätter nebenblattlos.
        - Kapsel meist zweifächerig ..... 43) *Hydrangeaceae.
        - Kapsel drei- bis fünffächerig .. 44) *Philadelphaceae.

10. Ordnung. **Umbellifŏrae. Doldenblütige.** Fruchtknoten unterständig, mit 2 einsamigen Fächern, meist mit oberweibiger Scheibe. Blütenblattkreise 4- oder 5gliederig; meist 4 oder 5 epigyne Staubgefäße. Blätter wechselständig oder gegenständig, ohne Nebenblätter.

- Kräuter mit Doppelachenen ..... 45) *Umbelliferae.
- Sträucher oder Kräuter mit Beeren ..... 46) *Araliaceae.
- Sträucher mit gegenständigen Blättern und Steinfrüchten ..... 47) *Cornaceae.

2. Reihe. **Centrospĕrmae.** Fruchtknoten meist mit centraler Placenta (§. 121.), oberständig, seltener unterständig, Staubgefäße hypogyn oder perigyn (§. 111.). Blütenblattkreise in deutlichen Quirlen (cyklisch), seltener spiralig (§. 110.). Samen mit stärkemehlhaltigem Eiweiß. §. 286.

11. Ordnung. **Caryophyllinae. Nelkenartige.** Fruchtknoten meist vielsamig, oberständig, bisweilen unterständig, ein- oder mehrfächerig. Meist Kelch und Blumenkrone. Staubgefäße oft doppelt soviel als Blumenblätter, bisweilen zahlreiche.

- Blumenblätter meist zahlreich, selten fehlend, Kelchblätter 4—8, Staubgefäße zahlreich, Fruchtknoten unterständig, 4- bis 20-fächerig ..... 48) *Mesembryanthemaceae.*
- Blumenblätter meist 4—5, bisweilen rudimentär oder fehlend. Fruchtknoten meist oberständig.
  - Kelchblätter 2, Blumenblätter 5, Fruchtknoten ober- oder unterständig, ein- bis vielfächerig ..... 49) **Portulaceae.*
  - Kelchblätter 4 oder 5.
    - Fruchtknoten meist aus mehreren quirlständigen getrennten Carpellen mit je einer der centralen Axe ansitzenden Samenknospe gebildet ..... 50) *Phytolaccaceae.*
    - Fruchtknoten aus 2—5 Carpellen gebildet, einfach und einfächerig.
      - Staubgefäße hypogyn.
        - Mit vollkommenen Blumenblttrn. Kapseln mit zahlreichen Samen auf einer Mittelsäule. Ohne Nebenblttr ..... 51) **Caryophyllaceae.*
        - Blumenblätter fehlend oder auf fadenförmige Bildungen reducirt. Achenien mit meist einem grundständigen Samen. Weißhäutige Nebenblttr ..... 52) **Paronychiaceae.*
      - Staubgefäße perigyn auf dem glockenförmigen Blütenboden, welcher stehenbleibend das einsamige Achenium umschließt. Blumenblätter fehlen..... 53) **Scleranthaceae.*

12. Ordnung. **Oleraceae. Krautblätterige.** Fruchtknoten oberständig, aus 2 bis 4 Carpellen gebildet, einfächerig, mit meist einer einzigen grundständigen amphitropen oder anatropen Samenknospe. Blütenblattkreise meist 4- oder 5gliederig, Blumenblätter fehlen, Staubgefäße in einem einfachen Kreise vor den Kelchblättern. Ohne Nebenblätter

- Kelch krautartig grün ..... 54) **Chenopodiaceae.*
- Kelch trockenhäutig oder gefärbt ..... 55) **Amarantaceae.*
- Perigon blumenkronartig gefärbt, verwachsenblätterig, häufig mit kelchähnlichem Involucrum..... 56) *Nyctagineae.*

13. Ordnung. **Polygoninae. Knöterichartige.** Fruchtknoten oberständig, meist aus 3 Carpellen gebildet, einfächerig, mit einer einzigen grundständigen orthotropen Samenknospe. Perigonblätter 5 bis 6, frei. Staubgefäße 5—8. Mit tutenförmigen Nebenblättern (*ochrea* §. 83.)..... 57) **Polygonaceae.*

287. 3. Reihe. **Eucyclicae.** Fruchtknoten mit wandständiger oder axiler Placenta (§. 121.), meist oberständig; Staubgefäße hypogyn oder perigyn (§. 111.): Blütenblattkreise in deutlichen Quirlen (cyklisch §. 110.); Blumenblätter meist vorhanden, selten fehlend.

14. Ordnung. **Columniferae. Säulenfrüchtige.** Blüten zwitterig, mit 5gliedrigen Blattkreisen, Staubgefäße oft durch Spaltung 10 oder mehr, meist mono- oder polyadelphisch: 5 bis zahlreiche Carpelle um eine Mittelsäule quirlig geordnet, ebensoviele Fruchtknotenfächer mit axiler Placenta bildend. Kelchblätter in der Knospenlage klappig.

- Staubgefäße in eine das Pistill umgebende Röhre verwachsen.
  - Staubfäden wieder getheilt und mit einfächerigen Antheren..... 58) **Malvaceae.*
  - Staubfäden abwechselnd unfruchtbar und mit 2fächerigen Antheren..... 59) *Büttneriaceae.*
- Staubgefäße meist in mehrere Bündel verwachsen oder fast frei, mit 2fächerigen Antheren..... 60) **Tiliaceae.*

15. Ordnung. **Gruinales. Storchschnabelartige.** Blüten zwitterig, mit lauter 5gliederigen, sehr selten 4gliederigen Blattkreisen, Staubgefäße in 1 oder 2 Kreisen, hypogyn. Fruchtknoten 5fächerig, mit axiler Placenta. Discus fehlend.

- Mit meist 10 Staubgefäßen und 5fächerigem Fruchtknoten.
  - Blätter meist handförmig gespalten oder getheilt; Achenien von einer Mittelsäule sich ablösend ... 61) *Geraniaceae.
  - Blätter meist handförmig zusammengesetzt (gedreit ꝛc.); Kapsel ... 62) *Oxalideae.
- Mit 8 Staubgefäßen und dreiknopfigem, dreifächerigem Fruchtknoten, der in 3 Früchte zerfällt. Blüten zygomorph. Blätter einfach ... 63) Tropaeolaceae.
- Mit 5 Staubgefäßen und 5- bis 10fächerigem Fruchtknoten. Blätter einfach.
  - Blüten zygomorph. Elastisch aufspringende Kapsel ... 64) *Balsaminaceae.
  - Blüten regelmäßig. Kapsel durch unvollständige Scheidewände 8- oder 10fächerig ... 65) Linaceae.

16. Ordnung. **Terebinthinae. Balsamgewächse.** Blüten meist zwitterig, regelmäßig, mit 4- oder 5gliederigen Blattkreisen, mit Kelch- und Blumenblättern. Staubgefäße meist doppelt soviel als Blumenblätter. Meist mit Discus. 1 bis 5 Carpelle, welche meist ebensoviel mehr oder minder getrennte Pistille oder Fächer oder einen einfächerigen, oberständigen Fruchtknoten mit ebensoviel Griffeln bilden. Placenta axil. Strauch- und baumartige, wenig krautartige aromatische Pflanzen mit zusammengesetzten oder einfachen Blättern und meist ohne Nebenblätter.

- Frucht eine 1- bis 5fächerige Kapsel od. Steinfrucht od. ebensoviele getrennte Früchte.
  - Fruchtknoten 2—5lappig und -fächerig, mit einfachem Griffel; 2 bis 5 getrennte Steinfrüchte oder Kapseln ... 66) Simarubaceae.
  - 2—5 getrennte einfächerige Fruchtknoten mit je 1 Griffel; eben so viele oder durch Fehlschlagen eine einsamige Frucht. 67) Connaraceae.
  - Ein einziger einfächeriger Fruchtknoten; eine einsamige Nuß oder Steinfrucht ... 68) Anacardiaceae.
  - Eine einzige mehrfächerige Frucht.
    - Blätter unpaarig gefiedert oder gefingert oder einfach.
      - Blätter paarig-, meist einpaarig-gefiedert 70) Zygophyllaceae.
      - Staubgefäße frei.
        - Staubgefäße monadelphisch in eine Röhre verwachsen; Frucht eine nicht gelappte 3- bis 5fächerige Kapsel oder Steinfrucht (§. 130.) ... 71) Meliaceae.
        - Frucht eine nicht gelappte 2- bis 5fächerige Steinfrucht .. 69) Burseraceae.
        - Frucht eine 2- bis 5lappige und fächerige Kapsel.
          - Das Endocarp löst sich nicht vom Epicarp. 72) *Rutaceae.
          - Das Endocarp meist elastisch vom Epicarp abspringend .. 73) *Dioscoreae.
        - Frucht eine geflügelte Schließfrucht ... 74) Pteleaceae.
  - Frucht eine vielfächerige saftige Beere ... 75) Aurantiaceae.

17. Ordnung. **Tricoccae. Springfrüchtler.** Blüten eingeschlechtig, oft nackt oder nur mit Perigon, seltener mit Kelch- und Blumenblättern. Fruchtknoten meist dreiblätterig und dreiknöpfig, jeder Knopf ein Fach mit einer oder zwei anatropen Samenknospen an axiler Placenta.

- Landpflanzen.
  - Frucht in meist 3 von einer bleibenden Mittelsäule elastisch abspringende Früchtchen zerfallend. Oft blütenähnliche Blütenstände, von einer kelchartigen Hülle umgeben, mit zahlreichen nackten einmännigen ♂ und einer im Centrum stehenden gestielten nackten ♀ Blüte ... 76) *Euphorbiaceae.
  - Fachspaltige Kapsel ... 77) *Buxaceae.
  - Steinfrucht ... 78) *Empetraceae.
- Wasserpflanzen mit nackten eingeschlechtigen Blüten; ♂ aus 1 Staubgefäß, ♀ aus 4fächerigem Pistill bestehend ... 79) *Callitrichaceae.

18. Ordnung. **Aesculinae. Roßkastanienartige.** Blüten meist zwitterig, mit Kelch- und Blumenblättern, oft zygomorph (§. 110.); Blütenblattkreise 4- oder 5gliederig, Staubgefäße meist in zwei Kreisen (oft 8). Fruchtknoten aus 2, 3 oder 4 Carpellen bestehend, ebensoviel oft knopfartig abgesonderte Fächer bildend mit meist je 1 oder 2 anatropen Samenknospen an axiler Placenta.

§. 287.

- Staubgefäße mehr als eins.
  - Kelchblätter gleichförmig.
    - Blüten meist zygomorph. Frucht meist eine 3fächerige Kapsel ..... 80) *Sapindaceae.
    - Blüten regelmäßig.
      - Frucht meist aus 2 Carpellen bestehend, eine Flügelfrucht bildend ..... 81) *Acerineae.
      - Frucht eine einfächerige einsamige Steinfrucht ..... 82) *Erythroxylaceae.
      - Fruchtknoten meist dreilappig. Kelchblätter auswendig mit einer Drüse ..... 83) *Malpighiaceae.
  - Die beiden seitlichen Kelchblätter flügelförmig vergrößert; Blumenblätter unter einander, sowie die Staubgefäße unter einander und mit der zygomorphen Blumenkrone verwachsen; zweifächerige Kapsel ..... 84) *Polygalaceae.
- Blüten zygomorph mit meist einem einzigen Staubgefäße ..... 85) *Vochysiaceae.

19. Ordnung. **Frangulinae. Kreuzdornartige.** Blüten zwitterig, mit Kelch- und Blumenblättern, regelmäßig; Blütenblattkreise meist 4- oder 5gliederig, Staubgefäße in einem Kreise, 4 oder 5. Fruchtknoten meist 2- oder 4fächerig, Fächer mit einer oder mehreren Samenknospen an axiler Placenta.

- Staubgefäße mit den Blumenblättern abwechselnd. Blumenblätter in der Knospe meist dachziegelig.
  - Kelchblätter meist frei, an der Frucht abfallend oder nicht vergrößert. Blumenblätter dachziegelig.
    - Staubgefäße frei.
      - Eine unterweibige Scheibe. Fruchtknotenfächer mit 2 oder mehreren aufrechten Samenknospen ..... 86) *Celastrineae.
      - Unterweibige Scheibe fehlt.
        - Fruchtknotenfächer mit vielen Samenknospen .. 87) *Pittosporaceae.
        - Fruchtknotenfächer mit einzelnen hängenden Samenknospen .. 88) *Aquifoliaceae.
    - Staubgefäße krugförmig verwachsen ..... 89) *Hippocrateaceae.
  - Kelch einblätterig, an der Frucht vergrößert, oft beerenartig. Blumenblätter klappig, frei oder verwachsen ..... 90) *Olacaceae.
- Staubgefäße den Blumenblättern gegenüber. Blumenblätter in der Knospe klappig.
  - Staubgefäße und die kleinen Blumenblätter perigyn. Steinfrüchte. Aufrechte Sträucher ..... 91) *Rhamneae.
  - Staubgefäße fast hypogyn. Beeren. Klettersträucher mit Ranken ..... 92) *Ampelideae.

20. Ordnung. **Guttiferae. Guttigewächse.** Blüten zwitterig, regelmäßig, mit 5 Kelch- und Blumenblättern, meist zahlreiche, freie oder in mehrere Bündel verwachsene Staubgefäße. Fruchtknoten aus 2 bis 5 Carpellen gebildet, meist 3fächerig, mit axiler Placenta. Blätter einfach.

- Blätter gegen- oder quirlständig.
  - Staubgefäße in 3 oder 5 Bündeln. Blattstiel nicht gegliedert ..... 97) *Hypericaceae.
  - Staubgefäße frei.
    - Kräuter. Blattstiel nicht gegliedert ..... 98) *Elatinaceae.
    - Bäume. Blattstiel gegliedert ..... 99) Clusiaceae.
- Blätter wechselständig.
  - Fruchtknoten meist dreifächerig.
    - Frucht durch die vergrößerten Kelchblätter geflügelt ..... 93) Dipterocarpaceae.
    - Frucht nicht durch die Kelchblätter geflügelt.
      - Blüten ohne Involucrum; Staubgefäße frei ..... 94) Ternströmiaceae.
      - Blüten mit persistirendem Involucrum; Staubgefäße an der Basis verwachsen ..... 95) Chlaenaceae.
  - Fruchtknotenfächer 5, auf der discusartigen persistirenden Griffelbasis quirlig stehend ..... 96) Ochnaceae.

21. Ordnung. **Parietales. Wandsamige.** Blüten zwitterig, mit meist 5 Kelch- und 5 Blumenblättern, auch Staubgefäße meist 5, selten zahlreiche, frei, Fruchtknoten meist aus 3 Carpellen gebildet, aber einfächerig und mit 3 wandständigen Placenten.

- Blüten regelmäßig.
  - Zahlreiche Staubgefäße.
    - Samen ohne Samenmantel ..... 100) *Cistaceae.
    - Samen mit gefärbtem Samenmantel ..... 101) *Bixaceae.
  - Meist 5 Staubgefäße.
    - Samen auf der Mitte der Kapselklappen. Blätter wechselständig.
      - Sträucher oder Halbsträucher. Samen mit Haaranhang. 102) *Tamaricaceae.
      - Kräuter. Samen ohne Haaranhang ..... 103) *Droseraceae.
    - Samen an den Rändern der Kapselklappen. Blätter gegen- oder quirlständig ..... 104) *Frankeniaceae.
- Blüten zygomorph.
  - Mit 5 Staubgefäßen ..... 105) *Violaceae.
  - Mit 12 bis 21 Staubgefäßen auf einem nach hinten vorgezogenen Discus ..... 106) *Resedaceae.

4. Reihe. **Aphanocyclicae.** Kelch-, Blumenblätter und Staubgefäße meist nicht in Quirlen, sondern spiralig angeordnet (§. 18.), oder in decussirten Paaren (§. 18.); Carpelle quirlständig oder ebenfalls spiralig, oft zahlreiche einblätterige Pistille bildend. §. 288.

22. Ordnung. **Rhoeadinae. Mohnblütige.** Kelch und Blumenkrone aus decussirt stehenden Blattpaaren oder 4gliederigen Quirlen gebildet; ein einziges aus 2 bis zahlreichen Carpellen bestehendes, ein- oder zweifächeriges Pistill mit wandständigen Placenten.

- 4 Kelchblätter, meist 2 Carpelle.
  - 4 bis zahlreiche, nicht tetradynamische Staubgefäße; Fruchtknoten gestielt, einfächerig ..... 107) *Capparideae.
  - Untere 2 Staubgefäße kürzer, obere meist durch Verdoppelung 4, länger (tetradynamisch), Fruchtknoten 2fächerig ..... 108) *Cruciferae.
- 2 Kelchblätter.
  - Blüten zygomorph, 2 dreitheilige Staubgefäße, Fruchtknoten aus 2 Carpellen gebildet, einfächerig ..... 109) *Fumariaceae.
  - Blüten regelmäßig, zahlreiche Staubgefäße, Fruchtknoten aus 2 bis zahlreichen Carpellen gebildet, einfächerig oder mit unvollständigen Scheidewänden ..... 110) *Papaveraceae.

23. Ordnung. **Hydropeltidinae. Wasserrosen.** Kelch 4- oder 5blätterig, Blumenblätter und Staubgefäße in großer Anzahl, spiralig und in einander übergehend. Mehrere einblätterige oder ein vielblätteriges und vielfächeriges Pistill, mit zahlreichen Samenknospen an den Scheidewänden. Wasserpflanzen mit großen einzelnen Blüten.

- Fruchtknoten vielblätterig und vielfächerig ..... 111) *Nymphaeaceae.
- Zahlreiche einblätterige Fruchtknoten in Gruben eines kreiselförmigen Blütenbodens eingesenkt ..... 112) *Nelumbonaceae.
- 2 bis 3 einblätterige getrennte Fruchtknoten ..... 113) *Cabombeae.

24. Ordnung. **Polycarpicae. Vielfrüchtige.** Alle Formationen der Blüte spiralig oder aus decussirten Paaren oder dreigliederigen Quirlen gebildet, oder nur das Gynäceum quirlig; ein oder mehrere bis viele einblätterige Pistille mit axiler Placenta.

- Mit Kelch- und Blumenblättern; bisweilen ohne Blumenblätter, dann der Kelch blumig gefärbt.
  - Kelch- und Blumenblätter cyclisch angeordnet. Blätter wechselständig.
    - Mehrere oder viele Pistille.
      - Staubgefäße zahlreich, spiralig. Blüten meist zwitterig.
        - Kräuter ..... 114) *Ranunculaceae.
        - Bäume.
          - Kelchblätter 3, Blumenblätter in zwei 3gliederigen Kreisen oder zahlreiche.
            - Blumenblätter mit dachziegeliger Knospenlage. Endosperm nicht zerklüftet .. 115) Magnoliaceae.
            - Blumenblätter mit klappiger Knospenlage. Endosperm zerklüftet .. 116) Anonaceae.
          - 5 Kelch- und 5 Blumenblätter ..... 117) Dilleniaceae.
      - Staubgefäße meist in zwei 2- oder 3-gliederigen Quirlen, Blüten eingeschlechtig ..... 118) Meniospermaceae.
    - Ein einziges Pistill, Kelch in zwei oder mehreren, Blumenkrone und Staubgefäße in je zwei 2- oder 3gliederigen Quirlen, Antheren mit Klappen aufspringend ..... 119) *Berberideae.
  - Kelch-, Blumenblätter, Staubgefäße und Carpelle spiralig angeordnet. Sträucher mit gegenständigen Blättern..... 120) Calycanthaceae.
- Nur mit Perigon. Ein einsamiger Fruchtknoten.
  - Perigonblätter in zwei 2- oder 3gliederigen Quirlen Staubgefäße frei, in zwei bis fünf 2- oder 3gliederigen Quirlen, Antheren mit Klappen aufspringend..... 121) Lauraceae.
  - Perigon aus 3 Blättern zusammengesetzt, 3 bis 15 einbrüderige Staubgefäße. Blüten zweihäusig..... 122) Myristicaceae.
- Perigon röhrig, verwachsenblättrig. Zahlreiche getrennte Pistille. Blüten meist eingeschlechtig, zwei- oder einhäusig ..... 123) Monimiaceae.

§. 289. 5. Reihe. **Juliflorae. Kätzchenblütige.** Blüten nackt oder mit meist ungefärbtem Perigon, meist eingeschlechtig und meist in Kätzchen oder kätzchenähnlichen Blütenständen; meist eine einzige einsamige Frucht.

25. Ordnung. **Amentaceae. Kätzchenbäume.** Blüten meist eingeschlechtig, die ♂ in Kätzchen, die ♀ einzeln oder zu wenigen oder auch in Kätzchen. Perigon vorhanden oder rudimentär oder unterdrückt. Fruchtknoten meist unterständig.

- Mit vollkommenen Blättern.
  - Holzpflanzen mit wechselständigen Blättern.
    - Eine einsamige Schließfrucht.
      - Frucht eine einfächerige mehrsamige Kapsel. Holzpflanzen mit einfachen Blättern ..... 124) *Salicineae.
      - Fruchtknoten gefächert mit 1 2-samigen Fächern. Frucht nußartig. Blätter einfach, mit Nebenblättern.
        - ♀ Blüten mit Perigon und mit becherförmiger Hülle (cupula) ..... 125) *Cupuliferae.
        - ♀ Blüten ohne Perigon und ohne Hülle, in Kätzchen. 126) *Betulaceae.
      - Fruchtknoten einfächerig mit einer einzigen, orthotropen Samenknospe. Steinfrucht. Blätter meist ohne Nebenblätter.
        - Fruchtknoten unterständig, mit unvollständigen Scheidewänden, Blätter gefiedert. 127) *Juglandaceae.
        - Fruchtknoten oberständig einfächerig, Perigon unvollkommen. Blätter einfach ..... 128) *Myricaceae.
  - Pflanzen mit gegliedertem Stengel und meist gegen- oder quirlständigen Blättern. Blüten meist zwitterig, aber nackt. Fruchtknoten einfächerig, mit einer einzigen orthotropen Samenknospe. Samen mit Endosperm und Perisperm ..... 129) Piperaceae.
- Blätter auf gezähnte Scheiden reducirt. Fruchtknoten einfächerig, mit einer einzigen hängenden anatropen Samenknospe..... 130) Casuarinaceae.

26. Ordnung. **Urticinae. Nesselartige.** Blüten eingeschlechtig, selten zwitterig, meist mit 4- oder 5gliederigem Perigon und mit ebensovielen den Perigonblättern gegenüberstehenden Staubgefäßen. Blütenstände verschiedenartig, vorherrschend kopfförmig. Fruchtknoten oberständig, meist einfächerig und einsamig. Frucht ein Nüßchen.

- Pflanzen ohne Milchsaft.
  - Holzpflanzen mit Milchsaft.
    - Samen mit Eiweiß ... 131) *Moraceae.
    - Samen ohne Eiweiß ... 132) *Artocarpaceae.*
  - Perigon vorhanden.
    - Perigon fehlend: Blüten eingeschlechtig, beiderlei in Köpfchen. Bäume ... 133) *Platanaceae.*
    - Bäume, Blüten meist ☿, Fruchtknoten mit 2 Narben und 1 oder 2 Fächern mit einer hängenden Samenknospe ... 134) *Ulmaceae.*
    - Kräuter. Blüten meist eingeschlechtig.
      - Landpflanzen mit gegen- oder wechselständigen Blättern.
        - ♂ Blüten mit 5 blätterigem, ♀ mit einblätterigem Perigon. Fruchtknoten mit 2 Narben und 1 hängenden Samenknospe ... 135) *Cannabinaceae.*
        - Fruchtknoten mit 1 Narbe und 1 aufrechten, orthotropen Samenknospe ... 136) *Urticaceae.*
      - Wasserpflanzen mit quirlständigen Blättern. Perigon 9- bis 12blätterig. Fruchtknoten mit 1 Narbe und 1 hängenden Samenknospe ... 137) *Ceratophyllaceae.*

2. Unterklasse. **Sympetalae (Gamopetalae, Monopetalae), Verwachsenblumenblätterige.** Blütenhülle als Kelch und Blumenkrone ausgebildet, die letztere verwachsenblätterig (§. 114.). §. 290.

27. Ordnung. **Bicornes. Heidenartige.** Blüten meist regelmäßig; meist alle Blütenblattkreise 4- oder 5gliederig, Staubgefäße meist in 2 Kreisen; Carpelle den Blumenblättern gegenüber, einen 4- oder 5fächerigen Fruchtknoten mit vielsamiger axiler Placenta bildend.

- Beide Staubgefäßkreise entwickelt. Antheren meist 2hörnig und mit 2 Poren aufspringend.
  - Blumenblätter frei; Keimling ohne Kotyledonen.
    - Blattlose, chlorophyllose Pflanzen ... 138) *Monotropaceae.*
    - Beblätterte grüne Pflanzen ... 139) *Pyrolaceae.*
  - Blumenblätter verwachsen; Keimling vollkommen mit Kotyledonen.
    - Antheren ohne Anhängsel; wandspaltige Kapsel ... 140) *Rhodoraceae.*
    - Antheren mit 2 grannenartigen Anhängseln; fachspaltige Kapsel oder Beere.
      - Fruchtknoten oberständig ... 141) *Ericaceae.*
      - Fruchtknoten unterständig ... 142) *Vacciniaceae.*
- Meist nur der äußere Staubgefäßkreis entwickelt; Antheren mit nur einer Spalte aufspringend ... 143) *Epacrideae.*

28. Ordnung. **Primulinae. Primelartige.** Blüten regelmäßig, alle Blütenblattkreise gleich- (meist 5-) gliederig, der den Blumenkronzipfeln gegenüberstehende Kreis von Staubgefäßen allein ausgebildet, die 5 anderen fehlend oder rudimentär. Carpelle den Kelchblättern gegenüber, einen einfächerigen, meist oberständigen Fruchtknoten mit centraler Placenta bildend.

- Fruchtknoten mit vielsamiger centraler Placenta und einfachem Griffel.
  - Kapsel ... 144) *Primulaceae.*
  - Beere ... 145) *Myrsinaceae.*
- Fruchtknoten mit einer grundständigen Samenknospe und 5 Griffeln ... 146) *Plumbagineae.*

29. Ordnung. **Diospyrinae. Ebenholzartige.** Wie die 28. Ordnung, aber Fruchtknoten gefächert. Oft beide Staubgefäßkreise ausgebildet.

§. 290.

- Samenknospen aufrecht; die fünf den Blumenkronzipfeln gegenüberstehenden Staubgefäße meist allein fruchtbar, die anderen antherenlos ..... 147) *Sapotaceae.*
- Samenknospen hängend, alle Staubgefäße fruchtbar.
  - Fruchtknoten oberständig, Fächer 1- bis 2-samig ..... 148) *Ebenaceae.*
  - Fruchtknoten meist unterständig, Fächer 2- bis vielsamig ..... 149) *Styraceae.*

30. Ordnung. **Tubiflorae. Röhrenblütige.** Blüten regelmäßig, Kelch, Blumenkrone und Staubgefäße in je einem 5gliedrigen Kreise; Carpelle meist 2 oder 3, einen oberständigen Fruchtknoten bildend.

- Die 2 Carpelle bilden durch Einschnürung 4 getrennte einsamige Fruchtknoten, welche zu Nüßchen werden. Blüten in Wickeln (§. 105.) regelmäßig oder schwach zygomorph ..... 150) **Boragineae.*
- Fruchtknoten ungetheilt, 1-, 2- oder 3fächerig. Kapseln oder Beeren.
  - Fruchtknoten zweifächerig, Fächer 1- oder 2samig; Blumenkrone in der Knospenlage gedreht. Keimling gekrümmt. Stengel meist windend.
    - Pflanzen mit grünen Blättern .... 151) **Convolvulaceae.*
    - Blattlose Schmarotzer ohne Chlorophyll ..... 152) **Cuscutaceae.*
  - Fruchtknoten zweifächerig, Fächer schief, vielsamig .... 153) **Solanaceae.*
  - Fruchtknoten dreifächerig, Keimling gerade ..... 154) **Polemoniaceae.*
  - Fruchtknoten einfächerig ..... 155) *Hydrophyllaceae.*

31. Ordnung. **Labiatiflorae. Lippenblütige.** Blüten meist zygomorph, zweilippig (§§. 110; 114.); Kelch und Blumenkrone 5gliederig; 5 Staubgefäße, jedoch durch Fehlschlagen des hinteren meist 4 und diese 2mächtig; 2 Carpelle, ein vorderes und ein hinteres, einen oberständigen Fruchtknoten bildend.

- Nicht grüne Schmarotzerpflanzen; Fruchtknoten einfächerig, mit wandständiger Placenta ..... 164) **Orobanchaceae.*
- Pflanzen mit grünen Blättern.
  - Blüten regelmäßig, Blütenblattkreise 4gliederig, 2—4samige Kapsel ..... 158) **Plantagineae.*
  - Blüten zygomorph.
    - Fruchtknoten durch echte und falsche Scheidewände 4fächerig, jedes Fach 1samig.
      - Fruchtknoten ungetheilt, 4fächerig, später in 2—4 einsamige Nüßchen zerfallend ..... 157) **Verbenaceae.*
      - Die 4 Fächer des Fruchtknotens durch Einschnürung in vier einsamige Fruchtknoten gesondert, welche zu Nüßchen werden ..... 156) **Labiatae.*
    - Fruchtknoten 2fächerig.
      - 2fächerige, mehrsamige Kapsel mit axiler Placenta.
        - Kapsel vielsamig, in verschiedener Weise aufspringend; Samen mit Endosperm, ungeflügelt ..... 159) **Scrophulariaceae.*
        - Kapsel mit mehreren meist geflügelten Samen ohne Endosperm, scheidewandspaltig ..... 160) *Bignoniaceae.*
        - Kapsel fachspaltig, mit 2 oder mehreren ungeflügelten, endospermlosen Samen in jedem Fache ..... 161) *Acanthaceae.*
      - zwei einsamige Achenien oder durch Fehlschlagen ein einziges Achenium ..... 162) *Selagineae.*
    - Fruchtknoten einfächerig, eine einfächerige Kapsel mit
      - wandständiger Placenta ..... 163) *Gesneraceae.*
      - vielsamiger centraler Placenta ..... 165) *Lentibulariaceae.*

32. Ordnung. **Diandrae. Zweimännige.** Blüten regelmäßig; Kelch und Blumenkrone 4- bis vielgliederig, 2 Staubgefäße; 2 Carpelle, einen zweifächerigen oberständigen Fruchtknoten bildend.

- Kelch und Blumenkrone viergliederig, Blumenkrone in der Knospenlage klappig ... 166) *Oleaceae.
- Kelch und Blumenkrone meist 5- bis vielgliederig, Blumenkrone in der Knospenlage gedreht ... 167) *Jasminaceae.*

33. Ordnung. **Contortae. Drehblütige.** Blüten regelmäßig; Kelch, Blumenkrone und Staubgefäße in je einem 4- oder 5gliederigen Kreise; Blumenkrone in der Knospenlage gedreht; 2 Carpelle, ein oberständiges meist einfächeriges Pistill, oder 2 getrennte Fruchtknoten bildend.

- Carpelle meist nur mit den Griffeln verwachsen, Fruchtknoten getrennt.
  - Blütenstaub zu einer Pollenmasse verklebt ... 168) *Asclepiadeae.
  - Blütenstaub körnig ... 169) *Apocynaceae.
- Carpelle völlig verwachsen zu einem 1- oder 2fächerigen Fruchtknoten mit wandständigen Samenleisten.
  - Fruchtknoten zweifächerig, Blätter mit Nebenblättern ... 170) *Loganiaceae.*
  - Fruchtknoten meist einfächerig. Nebenblätter fehlen ... 171) *Gentianaceae.*

34. Ordnung. **Campanulinae. Glockenblüter.** Blüten regel- oder unregelmäßig; Kelch, Blumenkrone und Staubgefäße in je einem fünfgliedrigen Kreise; Staubgefäße meist nicht mit der Blumenkronröhre verwachsen; Fruchtknoten unterständig, mit 2 bis 5 meist vielsamigen Fächern mit axiler Placenta. Blätter meist wechselständig.

- Blüten eingeschlechtig, Staubgefäße durch theilweise Verwachsung meist 3, mit gekrümmten Antheren; Beerenfrucht ... 172) *Cucurbitaceae.*
- Blüten zwitterig; meist Kapselfrucht.
  - Blüten regelmäßig, 5 freie oder etwas zusammenhängende Staubgefäße, Fruchtknoten 2- bis 5fächerig ... 173) *Campanulaceae.*
  - Blüten zygomorph. Fruchtknoten meist 2fächerig.
    - 5 Staubgefäße.
      - Staubgefäße oben meist verwachsen. Narbe mit Haarring ... 174) *Lobeliaceae.*
      - Staubgefäße meist frei. Narbe mit häutiger Hülle ... 175) *Goodeniaceae.*
    - 2 mit dem Griffel zu einer Griffelsäule verwachsene Staubgefäße ... 176) *Stylidiaceae.*

35. Ordnung. **Rubiinae. Färberrötheartige.** Blüten meist regelmäßig; Kelch, Blumenkrone und Staubgefäße in je einem 4- oder 5gliederigen Kreise. Staubgefäße meist in die Korollenröhre eingefügt. Ein unterständiger 2- bis 5fächeriger Fruchtknoten. Blätter meist gegenständig.

- Nebenblätter fehlend ... 177) *Caprifoliaceae.*
- Mit verwachsenen oder freien Nebenblättern ... 178) *Rubiaceae.*

36. Ordnung. **Aggregatae. Kopfblütige.** Blüten regelmäßig oder zygomorph, Kelch, Blumenkrone und Staubgefäße in je einem 4- oder 5gliederigen Kreise. Kelch oft rudimentär oder als Pappus (§. 129.). Staubgefäße meist in die Korollenröhre eingefügt. Meist 2, seltener 3 Carpelle, welche einen unterständigen, einfächerigen und einsamigen Fruchtknoten bilden. Blüten oft in Köpfchen mit Hülle. Blätter gegen- oder wechselständig.

- Antheren mit einander verwachsen. Samenknospe aufrecht ... 179) *Compositae.*
- Antheren frei.
  - 5 oder 4 Staubgefäße; Fruchtknoten einfächerig, mit einer hängenden Samenknospe. Blüte mit Außenkelch ... 180) *Dipsaceae.*
  - 1—4 Staubgefäße; von den 3 Fächern des Fruchtknotens nur eines fruchtbar, mit einer hängenden Samenknospe ... 181) *Valerianaceae.*

II. Klasse. **Monocotyledoneae. Einsamenlappige Pflanzen.** §. 291.

Keimling mit einem einzigen scheidigen Samenlappen (Kotyledon, §. 131.). Gefäßbündel im Stengel meist nicht in einem Kreise, sondern zerstreut stehend (§. 56.). Blätter meist streifennervig (§. 90.). Blattkreise der Blüte vorherrschend 3gliederig, seltener 4- oder 2-, nie 5gliederig.

37. Ordnung. **Gynandrae. Mannweibige.** Blüten meist zygomorph, zwitterig, Perigon blumenkronartig gefärbt, 6blätterig; meist ein einziges Staubgefäß, welches mit dem Griffel verwachsen ist (gynandrisch §. 116.), selten 3 freie Staubgefäße. Fruchtknoten unterständig, einfächerig, mit 3 wandständigen Samen-

§. 291. trägern, selten 3fächerig, mit axiler Placenta. Samen zahlreich, sehr klein, ohne Eiweiß, mit unvollkommenem, samenlappenlosem Keimlinge.

- Blüten zygomorph, gynandrisch, Ovarium einfächerig ..... 182) *Orchidĕae.*
- Perigon regelmäßig, röhrenförmig, 6spaltig, 3 freie Staubgefäße, Ovarium 3fächerig ..... 183) *Burmanniacĕae.*

38. Ordnung. **Seitaminĕae. Gewürzlilien.** Blüten zygomorph, zwitterig, Perigon blumenkronartig gefärbt, 6blätterig; die 6 Staubgefäße unvollzählig, meist nur ein einziges ausgebildet, nicht mit dem Griffel verwachsen, die übrigen blumenblattartig verbildet oder fehlend. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig, Samen mit Perisperm (§. 131.). Blätter gestielt, meist mit Mittelrippe und Fiedernerven.

- 5 Staubgefäße ..... 184) *Musacĕae.*
- Nur das hintere Staubgefäß des inneren Kreises ausgebildet, und zwar
  - vollständig; Samen mit Endosperm und Perisperm ..... 185) *Zingiberacĕae.*
  - in einer Hälfte, die andere Hälfte blumenblattartig; Samen mit Perisperm ..... 186) *Marantacĕae.*

39. Ordnung. **Liliiflŏrae. Lilienblütige.** Blüten meist regelmäßig, zwitterig, Perigon 6blätterig, 6 oder 3 Staubgefäße, Fruchtknoten ober- oder unterständig, dreifächerig, mit axiler Placenta (§. 121.) und mehreren bis zahlreichen Samen mit hornigem Endosperm.

- Perigon auswendig nicht wollig oder behaart.
  - Fruchtknoten meist unterständig.
    - Keimling cylindrisch, in der Achse des Eiweißes; alle oder die inneren Perigonblätter blumenkronartig. Blüten zwitterig.
      - 6 Staubgefäße.
        - Alle Perigonblätter blumenkronartig gefärbt ..... 189) **Amaryllidĕae.*
        - Äußere Perigonblätter kelchartig (grün), innere blumenkronartig ..... 190) *Bromeliacĕae.*
      - Nur die 3 äußeren Staubgefäße ..... 191) **Iridĕae.*
    - Keimling eifg, an der Basis des Eiweißes; Perigon kelchartig (grün).
      - Blüten eingeschlechtig; windende Stengel mit Stengelblättern ..... 187) *Dioscoreacĕae.*
      - Blüten zwitterig; Blütenschäfte mit grundständigen Blättern ..... 188) *Taccacĕae.*
  - Fruchtknoten oberständig.
    - Perigonblätter blumenkronartig gefärbt.
      - Beere ..... 194) **Smilacĕae.*
      - Kapsel
        - fachspaltig .. 193) **Liliacĕae.*
        - scheidewandspaltig ... 195) **Melanthacĕae.*
    - Perigonblätter kelchartig, grün und bleibend; Kapsel ..... 196) **Juncacĕae.*
- Perigon röhrenfg, gefärbt, auswendig wollig oder behaart. 3–6 Staubgefäße. Fruchtknoten ober- oder unterständig ..... 192) *Haemodoracĕae.*

40. Ordnung. **Enantioblástae. Gegenkeimige.** Blüten regelmäßig, eingeschlechtig oder zwitterig. Perigon meist 6blätterig, meist kelchartig. Fruchtknoten oberständig, meist dreifächerig. Samenknospen orthotrop, daher der Keimling an der Spitze des Endosperms dem Nabel gegenüber.

- Meist 3–6 Staubgefäße.
  - Stengel meist blattlose Scheiden tragend. Blüten meist eingeschlechtig, mit kelchartigem Perigon; 2—3 Staubgefäße ... 199) *Restiacĕae.*
  - Mit vollständigen Blättern.
    - Drei äußere spelzen- oder kelchartige, drei innere blumenkronartige Perigonblätter. Fruchtknotenfächer mit mehreren oder zahlreichen Samenknospen. Blüten meist zwitterig.
      - Blüten in endständigen Köpfchen. Äußeres Perigon spelzenartig ... 198) *Xyridĕae.*
      - Blüten einzeln oder in Büscheln oder Dolden. Äußeres Perigon kelchblattartig ..... 197) *Commelynacĕae.*
    - Blüten sehr klein, in dichten Köpfchen, eingeschlechtig, innere Perigonblätter dünnhäutig. Fruchtknotenfächer einsamig ..... 200) *Eriocaulacĕae.*
- Blüten in kleinen bespelzten Ährchen, mit einem einzigen vorn stehenden Staubgefäße und einem oder mehreren eineiigen Pistillen ..... 201) *Centrolepidĕae.*

41. Ordnung. **Glumacĕae. Spelzblütige.** Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, mit fehlendem oder verkümmertem Perigon, klein, meist zwischen grünen oder trockenhäutigen Hochblättern (Spelzen) und mit diesen zu Aehrchen (§. 104) vereinigt. Fruchtknoten oberständig, einfächerig, einsamig. Nüßchen oder Caryopsen. Samen mit mehligem Endosperm. Pflanzen von grasartigem Habitus (Halme mit langen, schmalen, bescheideten Blättern).

- Aehrchen meist mit 2 Deckspelzen, und jede einzelne Blüte zwischen 2 Blütenspelzen. Embryo an der Seite des Endosperms. Knotige, runde Halme, mit 2zeiligen Blättern ..... 202) *Graminĕae.
- Aehrchen ohne Deckspelzen, jede Blüte nur hinter einer Spelze. Embryo in der Achse des Endosperms. Dreikantige Halme mit 3zeiligen Blättern ..... 203) *Cyperacĕae.

42. Ordnung. **Spadicifflŏrae. Kolbenblütige.** Blüten oft eingeschlechtig oder zwitterig, klein, mit fehlendem oder kelchartigem Perigon auf einem Kolben (§. 104), der oft mit einem großen Hochblatt (spatha) umgeben ist. Fruchtknoten oberständig, ein- oder dreifächerig. Samen mit Endosperm.

- Blätter fächer- oder federförmig zertheilt. Perigon 6blätterig ..... 204) *Palmae.*
- Land- oder Sumpfpflanzen mit einfachen Blättern. Perigon meist fehlend. Blüten in vielblütigen Kolben oder Köpfen.
  - Zwitterblüten oder männliche und weibliche Blüten auf demselben Kolben.
    - Blüten mit einem einzigen meist einfächerigen Fruchtknoten ..... 206) *Aroïdĕae.
    - Blüten mit mehreren verwachsenen Fruchtknoten ..... 205) *Pandanacĕae.*
  - Männliche und weibliche Blüten auf verschiedenen Kolben oder Köpfen ..... 207) *Typhacĕae.*
- Wasserpflanzen. Blüten ohne Perigon, einzeln oder zu wenigen.
  - ♂ Blüten mit 1 oder 2 Staubgefäßen, ♀ mit 1 einblätterigen Fruchtknoten; oder zwitterig mit 4 Perigonblättern, 4 Staubgefäßen und 4 getrennten einblätterigen Fruchtknoten ..... 209) *Najadacĕae.*
  - ♂ Blüten mit 1 Staubgefäß, ♀ mit 1 einblätterigen Fruchtknoten, Blätter fehlend, Stengel blattartig, schwimmend ..... 208) *Lemnacĕae.*

43. Ordnung. **Helobiae. Sumpflilien.** Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, nackt oder mit 6 Perigon- oder 3 Kelch- und 3 Blumenblättern. Mehrere ein- oder mehrsamige einblätterige und oberständige Fruchtknoten, oder ein 3- bis 6blätteriger und -fächeriger unterständiger Fruchtknoten. Samen ohne Endosperm. Wasser- und Sumpfpflanzen.

- Fruchtknoten oberständig. Sumpfpflanzen.
  - 3 äußere Kelch- und 3 innere Blumenblätter.
    - 9 Staubgefäße; 6 einblätterige Fruchtknoten mit wandständiger vielsamiger Placenta ..... 210) *Butomacĕae.*
    - 6 oder mehr einblätterige Fruchtknoten mit 1 oder 2 Samen an axiler Placenta ..... 211) *Alismacĕae.*
  - 3 äußere und 3 innere Perigonblätter, 6 Staubgefäße, ein dreifächeriger Fruchtknoten ..... 212) *Juncaginĕae.*
- Fruchtknoten unterständig, 3- bis 6fächerig, 3 äußere Kelch- und 3 innere Blumenblätter oder letztere fehlend; 3 bis zahlreiche Staubgefäße; Wasserpflanzen ..... 213) *Hydrocharidĕae.*

B. Gymnospĕrmae. Gymnospermen, Nacktsamige (§. 135.). §. 292. Samenknospen nicht in einem Fruchtknoten eingeschlossen, nackt auf schuppenförmigen Fruchtblättern oder auf der Blütenachse. Blüten eingeschlechtig, meist nur aus Staubblättern oder Samenknospen bestehend.

- Samenknospen zu 2 bis 6 an Fruchtblättern, die oft Zapfen bilden. Blüten zweihäusig. Stamm einfach, mit großer Endknospe; Blätter groß, gefiedert ..... 214) *Cycadĕae.*
- Blätter einfach, vorwiegend nadelförmig. Stamm verzweigt.
  - Samenknospen meist auf Fruchtblättern, welche zu einem zapfenförmigen Blütenstande vereinigt sind, seltener einzeln auf einem Zweiglein ohne Perigon ..... 215) *Coniferae.*
  - Blüten mit Perigon ..... 216) *Gnetacĕae.*

VIII. Abschnitt.

Von den vorweltlichen Gewächsen. Paläontologie des Pflanzenreichs.

(Von Dr. H. Th. Geyler.)

§. 293. Verborgen in den Ablagerungen der verschiedenen geologischen Perioden ruhen die Spuren vorweltlicher Organismen. Fassen wir die fossilen Pflanzen ins Auge, so treten uns in den oberen Schichten unserer Erdkruste den lebenden Pflanzen ähnliche, ja sogar identische Typen entgegen; je tiefer wir aber hinabsteigen, um so abweichender zeigen sich diese Formen. Die ersten Pflanzen waren Thallophyten, insbesondere Meeresgewächse. Erst später entwickelte sich nach diesen tiefer stehenden Organismen eine Landflora, welche zuerst hauptsächlich aus Gefäßkryptogamen, später vorherrschend aus den höher stehenden Gymnospermen bestand, bis endlich in der mittleren Kreide mit Sicherheit die höchst entwickelten Dikotylen sich zeigen und bald die Physiognomie der Vegetation bestimmen.

Diese Reste finden sich in sehr verschiedener Erhaltung. Sehr günstig sogar für mikroskopische Untersuchung sind z. B. die verkieselten Hölzer, Blattstiele, Früchte, Blattzipfel u. s. w., welche schon in älteren Formationen gefunden werden; so daß Brongniart an verkieselten Samenknospen noch die (wie es auch bei lebenden Cycadeen vorkommt) in der Pollenkammer vorhandenen Pollenkörner, Straßburger den Bau der Farnsporangien von *Scolecopteris* und ihre Verwandtschaft mit den lebenden Marattiaceen nachweisen konnte. Auch in Braunkohlenhölzern, welche meist den Gymnospermen, seltener den Dikotylen zuzählen, konnte der Bau des Holzes oft bis in die kleinsten Details nachgewiesen werden; erkannte doch z. B. Conwentz in einem solchen Holzstücke auch die eigenthümlich gebauten Hyphen eines Blätterpilzes, *Agaricus mellĕus*, welcher noch jetzt ein Zerfallen des Holzes veranlaßt. Vortrefflich erhalten finden sich die pflanzlichen Reste im Bernsteine; so konnten hier von Caspary unter anderen wohl erhaltene Blüten allein von 10 Eichenarten und einer Palme (*Sabal*) unterschieden werden. Meist jedoch finden sich die Spuren fossiler Pflanzen als Steinkerne oder Abdrücke von Stämmen, Blättern, Früchten und in feinkörnigerem Gesteine wohl auch der zarteren Blütentheile. Aber alle diese Organe sind meist zerstückelt und oft kann erst nach geraumer Zeit der Zusammenhang der verschiedenen Organe nachgewiesen werden. So galten die Blätter der Gattung *Ginkgo*, welche im Oolith zahlreich auftreten, lange Zeit für Reste von Farnen, bis endlich Heer auch die dazu gehörigen Früchte und Blüten entdeckte und sie so dieser noch lebenden Taxineen-Gattung einreihen konnte.

Niemals wurden die Typen einer geologischen Periode vollständig ausgerottet; die zerstörenden Katastrophen waren lokalisirt. Infolge dessen traten eine Anzahl Formen in die nächstfolgende Periode über oder dauerten gar durch mehrere Perioden aus, während andere im Laufe der Zeit zu Grunde gingen. Der Typus der Marattiaceen, welcher in der Steinkohle reich vertreten ist, lebt noch jetzt in den Tropen; *Ginkgo*, reich entwickelt schon im Jura, besitzt in der japanischen *G. bilōba* L. einen lebenden Vertreter. *Sequoia* und *Taxodium*, jetzt nur noch in Nordwestamerika existirend, waren in Kreide und Tertiär schon weit verbreitet, ja das tertiäre *Taxodium distichum* ist von der lebenden Art gar nicht specifisch zu trennen. Viele früher existirende Typen, besonders solche aus den älteren Perioden, besitzen jedoch in der Jetztwelt keine nächsten Verwandten. So z. B. *Psilophyton*, *Sigillaria*, *Asterophyllites*, *Annularia* u. s. w. aus den paläozoischen Schichten oder die großblätterigen Crednerien aus der Kreide, *Dewalqueia* aus dem Paläocän oder noch im Obertertiär die damals weit verbreitete, aber bald aussterbende Leguminosen-Gattung *Podogonium*. Andere, deren Vertreter früher aus gewaltigen Stämmen bestanden, besitzen jetzt nur noch zwerghafte Verwandte, wie etwa die Calamarien in den jetzigen Schachtelhalmen, die Lepidodendron-Bäume in den krautigen Lycopodiaceen. Gar manche der noch existirenden, aber jetzt isolirt dastehenden Typen waren früher in einer Menge von Formen weit verbreitet. So die Calamarien, welche jetzt nur noch

durch die eigenartige kleine Gruppe der Equisetaceen vertreten werden; so die Taxineen im weiteren Sinne, welche schon in der Steinkohle reich entfaltet, jetzt nur noch wenige Arten aufzuweisen haben; so die jetzt isolirten Characeen, welche in reicher Entfaltung der Typen besonders in der liburnischen Stufe Istriens und Dalmatiens (zwischen Kreide und Eocän) auftreten und zu welchen nach Nathorst auch die noch ältere Gattung *Spirangium* als riesenhafte Form gehört. Nach demselben Forscher ist auch die jetzt besonders in Südamerika einheimische Familie der Balanophoreen z. B., Schmarotzerpflanzen von gleichfalls höchst eigenartigem Habitus, auch schon im Jura durch die fossile Gattung *Williamsonia* vertreten gewesen.

A. Primäre Vegetationsperioden.

§. 294. **a. Eophytische** oder **Primordialepoche** (Cambrisches und Silurisches System). Die ersten Pflanzen waren algenartige Thallophyten, erst gegen Ende der Primordialepoche tauchen die ersten Landpflanzen in spärlichen Spuren auf. Das Vorkommen von Graphit und von Nestern fast reinen Kohlenstoffes, das Vorkommen von Kohle und Schwefel in den alaunführenden Schichten des silurischen Systemes in Skandinavien deutet auf ungeheure Anhäufungen von Meeresgewächsen. Ihre Spuren finden sich auch in anderen Schichten wieder, oft in ungeheurer Anzahl, aber meist in undeutlicher Erhaltung. Ihre Formen weichen von jetzt lebenden Arten erheblich ab; von vielen erscheint es fraglich, ob sie in das Pflanzenreich zu zählen, ja ob sie überhaupt organischen Ursprungs sind. Erst kürzlich wies Nathorst an Hand von Versuchen nach, daß eine ganze Reihe von Formen, welche früher zu den Algen gezogen wurden (darunter auch viele aus diesen ältesten Schichten), wohl besser auf die Spuren zurückzuführen sind, welche kriechende Thiere u. s. w. auf dem später austrocknenden Meeresschlamme zurücklassen. So ist wohl z. B. das sogenannte Eophyton auf die Spuren flutender Algen zu deuten, nicht auf wirkliche Abdrücke dieser Gewächse u. s. f.; eine Ansicht, welche noch besonders dadurch unterstützt wird, daß ähnliche Spuren auch in viel höheren Ablagerungen, z. B. im Buntsandsteine, sich finden.

Schon im Obersilur von Nordamerika und Canada werden wenige Spuren von Landpflanzen gefunden. Manche zeigen einen schwankenden, zwischen verschiedenen Typen in der Mitte stehenden Charakter. So das schon im Devon aussterbende *Psilophyton* (Fig. 648.). Hier zeigten sich kleinere, gabeltheilig verästelte und in der Entwickelung spiralig eingerollte Stämmchen, besetzt mit dicht gedrängten, kleinen, dünnen, einfachen, lederigen Blättchen. Sie lebten wohl gesellig an feuchten, halbüberschwemmten Orten und trugen kleine, eiförmige Körperchen, welche wohl als Sporangien zu deuten sind. So auch *Archaeocalamites* oder *Bornia*, welche bis in die Steinkohle sich erhält und im hohlen Stamme an die Calamiten, durch die dichotomisch getheilten Blätter aber an gewisse Gymnospermen (*Ginkgo*) erinnert. Die älteste Landpflanze Europas (deren richtige Deutung neuerdings gleichfalls angezweifelt wird) ist nach Saporta *Eopteris Morieri* aus dem Mittelsilur von Angers in Frankreich; ein Farn, welcher etwa an *Cycloptéris* aus der Steinkohle erinnert, dessen Blattstiel aber Fiederchen von ungleicher Größe trägt.

Fig. 648.
Psilophyton princeps (Unterdevon).

Beginnt diese spärliche Landflora in ihren ersten Elementen, zum Theil sogar zweifelhaften Typen, sich schon in der zweiten Hälfte des Silur zu zeigen, so gelangt sie unter Vorherrschen der Gefäßkryptogamen in dem nächsten großen Zeitraume der

b. Paläophytischen oder **Steinkohlenepoche** (Devon, untere und obere Steinkohle, Dyas) zu ihrer herrlichsten Entfaltung. Schon im Devon von Nord-

§. 294. amerika und Canada u. s. w. treten die Gefäßkryptogamengruppen der Equisetaceen, Lycopodiaceen, besonders der Farne u. s. w. in kräftiger Entwickelung auf, welche sich in der unteren Steinkohle noch steigert, um in der produktiven Steinkohle ihr Maximum zu erreichen und in der Dyas (Perm) allmählich wieder ärmer zu werden. Hierbei herrschen nicht immer dieselben Typen durch die ganze Epoche hindurch, sondern von unten nach oben schreitend werden von Geinitz z. B. die 5 Zonen der 1) Lycopodiaceen (Ursastufe Heer's), 2) Sigillarien, 3) Calamiten, 4) Annularien und 5) Farne unterschieden. Zwischen diesen Gefäßkryptogamen treten aber auch schon frühzeitig zahlreiche Gymnospermen-Typen auf, welche gegen das Ende der Epoche hin immer mehr überhand nehmen, um in der sekundären Periode zu unbestrittener Herrschaft zu gelangen.

Die Steinkohlenbildung mag unter ähnlichen Verhältnissen stattgefunden haben, wie die Bildung unserer Torfmoore. Im Beginne der Epoche tauchten zuerst Inseln und zusammenhängende Landmassen aus dem Wasser empor. Mehrfachen Schwankungen unterworfen, sanken dieselben wohl zu wiederholten Malen unter, um sich später wieder über das Niveau des Wassers zu erheben. So bildeten sich um die zuerst trocken gelegten Länder Gürtel von niedrigen Uferstrecken. Wie die oft sehr mächtigen Steinkohlenlager beweisen, hatte sich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel in weiter Erstreckung ein solcher Gürtel festen, freilich noch sehr niedrigen und sumpfigen Landes erhoben. Von den etwas höher gelegenen Stellen strömte das durch unaufhörliche Regen gespeiste Wasser in die weiten dazwischen gelegenen Becken und bildete hier seichte weithin sich erstreckende Seen, welche der massigen Entwickelung der Vegetation günstig waren. Dazu kam noch die feuchte Wärme, das außerordentlich regnerische Klima, die stets dicht mit Wasserdämpfen erfüllte, die Sonnenstrahlen nur wenig durchlassende Atmosphäre, welche diese eigenartige Vegetation zu üppigstem Wachsthum befähigte. Die weichen, saftigen Stämme der baumartigen Gewächse wuchsen außerordentlich rasch empor. Bald waren sie einfach, säulenförmig, bald dichotomisch sich theilend; oft hohl, außen mit schwammiger Rinde überzogen, deren parenchymatische Zone im Gegensatz zu dem holzigen Kern sehr kräftig ausgebildet war. Auch die grünen, fleischigen Aeste waren einem raschen Wachsthum und meist auch öfterer Erneuerung unterworfen.

Die Oberfläche dieser Seen bedeckten Wasser liebende oder flutende Gewächse, wie *Sphenophyllum* und *Annularia*, ihre sumpfigen Ufer umfaßten hohe Calamiten und Asterophylliten, sowie zahlreiche Farne, welche bald krautartig den Boden (vielleicht auch als Parasiten die stärkeren Stämme) bekleideten, bald Stämme von gigantischem Wuchse emporsandten. Die gewöhnlichen Waldbäume bildeten die Sigillarien und Lepidodendren, bald mit einfachem, bald mit dichotomischem (da gewissen Sigillarien nur am Ende sich theilendem) Stamme. Daneben zeigten sich auch unzweifelhafte Gymnospermen, wie die weit verbreiteten, Wälder bildenden *Cordaites*-Arten oder auch die seltenen Noeggerathien aus der Verwandtschaft der Cycadeen. Trotz dieser üppigen Vegetation, trotz dieser oft mächtigen Gewächse und oft sehr hoch entwickelten Typen, trotz der oft zierlichen und eleganten Formen vieler Arten z. B. unter den Farnen, hatte die damalige Flora doch einen sehr einförmigen Charakter, welchen sie mehr oder minder auch noch in den sekundären Perioden beibehielt, bis endlich in der mittleren mit dem Auftreten der bald mächtig sich ausdehnenden Blütenpflanzen (Dikotyledonen) der Charakter des Pflanzenteppichs immer bunter und mannigfaltiger sich gestaltete.

Die Gruppe der Calamarien, welche jetzt nur noch durch wenige krautartige Arten der Gattung *Equisetum* vertreten ist, besaß in der Steinkohlenepoche den Culminationspunkt ihrer Entwickelung. In den tieferen Schichten des Devon und Untercarbon war *Archaeocalamites radiatus* der gewöhnlichste Vertreter. Dieser Typus wurde besonders in der eigentlichen Steinkohle durch zahlreiche Arten von *Calamites* (sehr häufig z B. *C. Suckowii* und *C. cannaeformis*) ersetzt, welche bald fast unverästelt, bald vielfach verzweigt, anstatt der 3 bis 4 mal dichotom zertheilten Blätter von *Archaeocalamites* Wirtel von einfachen, linearen Blättern besaßen. Wie bei den lebenden Schachtelhalmen war der mächtige Stamm dieser

Gewächse mit Rillen und Rippen von meist alternirender (bei *Archaeocalamites* meist durchgehender) Stellung in den auf einander folgenden Internodien versehen; eine Eigenschaft, die jedoch nicht als durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal angesehen werden kann, da beide Formen bisweilen neben einander vorkommen. Daneben zeigten sich noch die meist baumartigen, vielfach verästelten, unter dem Gewichte der zahlreichen, linearen, wirtelig gestellten Blätter sich beugenden Stämme der Asterophylliten, sowie auf dem Wasser schwimmend oder halb untergetaucht die stark verästelten, zarten Stengel der Annularien (Fig. 649.), welche ihre Blattrosetten über das Wasser breiteten, die Sporangienstände (*Stachannularia tuberculata* Weiss) aber über dasselbe emporhoben. Zahlreiche Fruchtstände wurden beobachtet, welche mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit zu den Gattungen *Calamites*, *Asterophyllites*, *Annularia* u. s. w. gezogen werden. Mit einigen Ausnahmen, wie z. B. bei der eigenthümlichen §. 294.

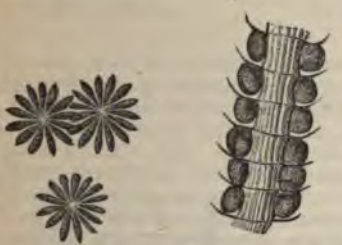


Fig. 649.
Annularia sphenophylloides mit Sporangienstand (Stachannularia).

Fig. 650.
Calamostachys Binneyana (Längsschnitt).
a Gefäßaxe. b Rinde mit Bracteen. c Träger mit Sporangien.

Gattung *Cingularia*, welche Weiß beschrieb, hat der Fruchtstand der Steinkohlen-Calamarien viel Aehnlichkeit mit den lebenden Equiseten. Eine Anzahl (4) Sporangien sind an dem stielförmigen nach oben schildförmig erweiterten Träger unterhalb dieser Erweiterung befestigt. Aber während diese Träger bei *Equisetum* rechtwinklich abstehen und zwischen ihren Kreisen keine sterilen Deckblätter vorkommen, finden sich bei den Steinkohlen-Calamarien neben verschiedenartiger Insertionsweise meist solche sterile Bracteen; so stehen die Träger senkrecht ab, in der Mitte zwischen den Kreisen der sterilen Bracteen, z. B. bei *Calamostachys Binneyana* (Fig. 650.), schief aufgerichtet aber in den Achseln solcher Bracteen bei *Macrostachya* (*Huttonia*).

Mächtig entwickelt waren auch die Farnkräuter. Schon aus dem Mitteldevon von Gaspé in Nordamerika beschreibt Dawson 40 Farnarten. Bald taucht auch in der sogenannten Ursastufe die eigenthümliche Gattung *Palaeopteris* (Familie der Paläopteriden) mit ihren sehr großen, prächtig geformten, doppelt gefiederten Wedeln, an denen noch häufig die Sporangien beobachtet wurden, auf. Auch die Culmflora (Untercarbon) in den Gattungen *Cardiopteris*, *Archaeopteris* u. s. w. und ebenso die eigentliche Steinkohle hat vielfach Blätter von sehr bedeutenden Dimensionen aufzuweisen. Die baumartigen Farne trugen bisweilen Blätter von 5 bis 6 m Länge auf 30 bis 40 cm dicken Blattstielen. Sehr große Blätter besaß beispielsweise auch *Megaphytum;* diese waren hier zugleich merkwürdigerweise 2zeilig angeordnet, wie es jetzt nicht mehr vorkommt. Bemerkenswerth erscheint auch, daß in diesen älteren Formationen die Rhachis der Farnblätter häufig 2theilig, ja bisweilen mehrfach 2theilig auftrat, was zur Aufstellung besonderer Gattungen (wenn auch wohl nicht ganz mit Recht, da diese Erscheinung nicht immer constant ist) Veranlassung gegeben hat. Sehr häufig war auch der Stiel des Blattes und der untere Theil der sekundären Spindeln von *Neuropteris*, *Odontopteris*, *Pecopteris* u. s. w. mit seitlichen, blattähnlichen, aber abfälligen Anhängseln versehen, welche früher wohl als besondere Gattungen (*Nephropteris*,

1. *Cycloptĕris*) beschrieben wurden. Vor allem erscheinen zahlreiche Arten der Gattungen *Sphenoptĕris* mit keilförmigen Fiederchen und einfachen oder wenig veräftelten Nerven, von *Neuroptĕris* mit herzförmiger Basis der Fiedern und schwachen vor der Spitze verschwindenden Mittelnerven, von *Pecoptĕris* mit starken, bis zum Rande gehenden Mittelnerven u. s. w. Neben diesen besonders in der produktiven Steinkohle zu höchster Entfaltung gelangenden Typen finden sich dann andere, weniger artenreiche Gattungen, welche zum Theil, wie z. B. *Odontoptĕris*, *Calliptĕris*, erst in der Dyas am häufigsten auftreten. Auch hier wurden öfters, so bei *Pecoptĕris*-Arten, z. B. bei der häufigen *P. arborĕscens* (Fig. 651.), *P. Candolleāna*, die Spuren der Sporangienhäufchen beobachtet. Die Stämme der baumartigen Farne, oft von gigantischer Größe, waren damals

Fig. 651. *Pecoptĕris arborĕscens.*
b Fiederchen mit Sporangienhäufchen.

bald nackt, wie jetzt bei den Cyatheen, bald mit dickem Wurzelfilze überzogen oder auch dick und fleischig, wie bei den Marattiaceen. Mit letzteren stimmen z. B. die Psaronien (Staarsteine), welche z. B. in der Dyas von Chemnitz so reichlich gefunden werden, auch in dem anatomischen Baue fast ganz überein; wie andererseits auch der verkieselte Sporangienstand der *Scolecoptĕris elĕgans* Zenk. von demselben Fundorte.

Während die noch existirenden Lycopodiaceen nur krautartig sich darstellen, war diese Gruppe in der Steinkohlenepoche auch durch die baumartigen, hochorganisirten Lepidodendren vertreten. Die hohen Stämme theilten sich dichotom in größere Aeste und diese wieder in dünnere Zweige, welche mit Pinseln nadelförmiger, langer, auf herablaufenden Polstern aufsitzender Blätter endeten. Die Rindenoberfläche der Stämme war mit regelmäßigen, rhomboidalen Feldern überdeckt, welche von den bleibenden und sich vergrößernden Narben der abgefallenen Blattstiele gebildet wurden. Die schönen und hoch ausgebildeten Zapfen ähneln in der äußeren Form denen der Nadelhölzer, die Organisation der Sporangien aber mit den getrennt gruppirten männlichen und weiblichen Sporen erinnert etwa an *Isoëtes*. Dieser Typus, welcher in der eigentlichen Steinkohle zu größter Entwickelung gelangt und in der Dyas schon wieder schwindet, war in den unteren Formationen der Epoche schon durch das weit verbreitete *Lepidodĕndron Veltheimiānum* vertreten (Fig. 652.).

§. 294.

Fig. 652.
Lepidodēndron Veltheimiānum.
Blattpolster und Narben.

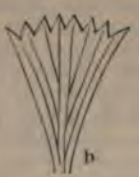


Fig. 653.
Sphenophȳllum erōsum.
a Blattwirtel; b Blättchen vergrößert.
Sph. oblongifolium. c Sporangienstand.

Hier mag auch die eigenthümliche Gattung *Sphenophȳllum* (Fig. 653.) angereiht werden mit gegliedertem, von Wirteln keilförmiger Blätter besetztem Stengel und mit einer Sporangienbildung, welche nach Schenk den Lycopodiaceen entspricht. Auf wirtelig gestellten, nach außen gerichteten, später nach aufwärts gebogenen Bracteen sitzen nach Art der Bärlappgewächse die Sporangien auf. Wir haben hier also im Stengel Eigenschaften der ächten Calamarien vereinigt mit der Fruchtbildung der Lycopodiaceen. Viele Typen, besonders der paläophytischen Formationen, zeigen in auffälliger Weise die charakteristischen Eigenschaften jetzt getrennter Gruppen mit einander verschmolzen. Sie wurden als „Prototypen" oder neuerdings von Göppert als „combinirte Organismen" bezeichnet.

Zu den gewöhnlichsten Waldbäumen der Steinkohlenperiode gehören die Sigillarien, bald mit einfachem, bald mit am Ende wenig (dichotom) verästeltem Stamme von 40 m Höhe und darüber. Sie trugen auf der Spitze der Aeste oder des Stammes Büschel grasähnlicher Blätter. Die Oberfläche des Stammes war bald glatt, bald regelmäßig rinnig und mit Narben in Gestalt regelmäßiger Schilder, den Blattkissen bedeckt. An der Basis bildete der Stamm (4) dicke Aeste (Rhizome), welche dichotom sich verzweigend horizontal in dem Boden sich ausbreiteten. Auch diese trugen spiralig gestellte, appendiculäre Organe, welche bald als fleischige Blätter oder als Wurzeln angesprochen wurden. Diese wurden früher als besondere (nach Art etwa von *Pistia* schwimmende) Pflanzen betrachtet und Stigmarien genannt. Die Sigillarien werden bald als Lycopodiaceen angesehen und mit *Lepidodēndron* u. s. w. zu einer Gruppe vereinigt, bald zu den Cycadeen gestellt, welchen sie sich durch den Bau des dünnen Holzkörpers und durch das weite Mark nähern; doch kann hier erst eine genaue Kenntniß der Fruchtbildung Entscheidung bringen.

Die Cycadeen waren in dieser Epoche z. B. durch die Gattung *Noeggerathīa* und die seltenen Reste von *Pterophȳllum* vertreten. Von Coniferen aber zeigten sich verschiedene den Taxineen verwandte Typen. Weit verbreitet sind besonders die ausgedehnte Wälder bildenden Cordaiteen. Die mächtigen, vielfach verzweigten Stämme erreichten eine Höhe von 20 bis 40 m und darüber; ihr Wuchs erinnerte an *Podocārpus*, doch waren sie kräftiger und mehr verzweigt. Das starke, gefächerte Mark (als *Artisia* beschrieben) umgab zunächst ein schwacher aus Ring-, Spiral- und Treppengefäßen zusammengesetzter Holzcylinder, welcher wieder von einer äußeren Holzbildung (die Holzzellen sind oft mit spaltenförmigen Tüpfeln versehen), umschlossen wurde. Das Holz war von Markstrahlen durchsetzt. Die dicke, starke Rinde bestand zu innerst aus rectangulären Zellen, dann folgte die Bastschicht mit irregulären und Bast-Zellen, durchsetzt von Kanälen, und schließlich die Epidermis. Die sitzenden Blätter waren bald lang, bandartig, ähnlich wie bei *Dracaena*, bald spatelförmig, an der Spitze verbreitert, etwas an *Dammāra* erinnernd, bisweilen ein Meter lang. Ohne eigentliche Mittelrippe zeigten sie viele von der Basis bis zur Spitze verlaufende Längsnerven. Die

männlichen und weiblichen Blütenstände waren lange mit Deckschuppen besetzte Aehren. Bei den männlichen Blüten zeigten sich nach Renault zahlreiche sterile Bracteen und zwischen diesen in 2—3zähligen Gruppen die Staubfäden; diese waren bracteenähnlich geformt und trugen am Ende 2—4 längliche Antheren, in welchen die nach Abbildungen von Grand Eury langeiförmigen Pollenkörner enthalten waren (Fig. 654.). Bei den weiblichen Aehren zeigten sich von größeren Deckblättern gestützt die wieder von zahlreichen Bracteen umgebenen Samenknospen, welche sich später in von fleischiger Hülle umschlossene Samen (beschrieben als *Cyclocārpus*, *Trigonocārpus* u. s. w.) verwandelten und eine den Taxineen-Samen entsprechende Struktur besaßen. Es wurden sogar der Embryosack und die durch die Mikropyle in die „Pollenkammer" der Samenknospe eingedrungenen Pollenkörner bei verkieselten Stücken beobachtet.

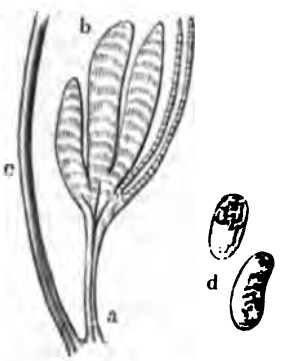


Fig. 654.
Cordaiānthus Penjōni. Blüte von *Cordaites*.
a Staubfaden. b Antheren. c Bractee. d Blütenstaub (50/1).

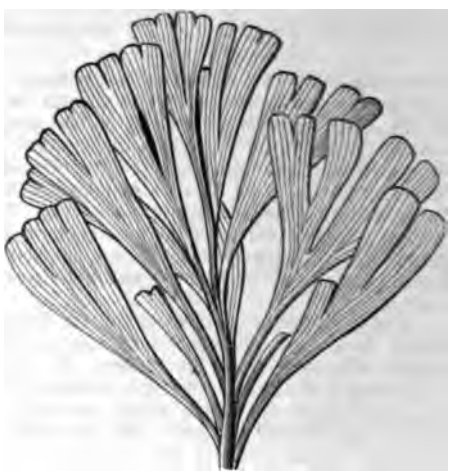


Fig. 655.
Ginkgophȳllum Grassēti. Habituszeichnung.

In der Dyas wird die üppige Flora dieser Epoche ärmer und ärmer. Viele der früher charakteristischen Typen schwinden hier fast ganz wie z. B. *Lepidodēndron* und *Sigillaria*. Dagegen treten wieder andere in den Vordergrund. So wird die Farngattung *Neuroptĕris* durch die früher seltenen *Odontoptĕris* und die neue Gattung *Calliptĕris* ersetzt. Besonders charakteristisch aber ist das zahlreiche Auftreten der Coniferen in den Gattungen *Walchia* und *Ullmannia*, während die Gattung *Salisburĭa* oder *Ginkgo* unter anderen in dem allerdings seltenen *Ginkgophȳllum* (Fig. 655.) von Lodève in Frankreich einen nahen Verwandten besitzt. So sehen wir am Ende dieser Epoche, wie neben den Gefäßkrpytogamen auch die Gymnospermen zu immer größerer Entfaltung gelangen, ein unverkennbarer Uebergang zur

B. Mesophytischen oder sekundären Vegetationsperiode.

§. 295. Hier zeigt sich, besonders im Jura ausgeprägt, eine eigenthümliche, in ihren Elementen aber starre und unbewegliche Flora. Die Typen der Steinkohlenperiode sind fast gänzlich ausgestorben; die Flora ist hauptsächlich aus Equisetaceen und Farnen, Cycadeen und Coniferen und wohl noch einigen Monokotyledonen zusammengesetzt. Von Spitzbergen bis Ostindien, von Europa bis Japan zeigen sich dieselben Formen und also auch dasselbe Klima, doch treten im Jura

schon einige lokale Unterschiede bei den einzelnen Fundorten auf. An kühleren §. 295.
Buchten und Ufern wuchsen mehr breitblätterige Farne, einige Cycadeen, verschiedene Coniferen vom Typus der Taxineen und von *Sequoia*; ihre Reste finden sich in mergelig kohligen oder schieferigen Ablagerungen. An trockneren Orten zeigen sich wiederum Farne mit kleinen, lederigen Blättern und einige andere Cycadeen- und Coniferen-Formen.

Die Cycadeen, welche in jener Periode in Europa wuchsen, erinnern zwar an lebende Typen; sie sind aber auffallend klein und mager und haben wohl das Unterholz der sekundären Wälder gebildet. Dagegen sind die Coniferen, besonders auch im Jura, oft sehr hohe Bäume. Sie erinnern bald an Araucarien, bald auch an Cypressen. So die weit verbreitete Gattung *Brachyphyllum*, welche nackte oder wenig getheilte Stämme und starre Zweige besaß. An diesen waren die Blätter als einfache, höckerartige Schuppen mosaikartig zusammengestellt und vergrößerten sich mit dem zunehmenden Wachsthum des Stammes.

a. In den älteren Schichten der **Trias**, in dem Buntsandsteine, dessen Flora aus dem Vogesensandstein Schimper beschrieb, findet sich von Equisetaceen neben ächten Equiseten, im Gegensatz zu den lebenden noch von gigantischem Wuchse, auch die eigenthümliche Gattung *Schizoneura*. Die wirtelförmig gestellten Aeste sind hier am Knoten mit einer langen, über ein Internodium hinausragenden, unregelmäßig in Blätter zerfetzten Scheide umgeben. Noch finden sich unter den Farnen einige Vertreter der alten Gattungen *Sphenoptĕris*, *Neuroptĕris*, *Pecoptĕris* vor, aber schon gesellen sich die neuen steifblätterigen Typen von (Fig. 656.) *Taenioptĕris*, *Danaeŏpsis*, die eigenthümlichen *Crematoptĕris* und *Anomoptĕris* hinzu. Unter den Coniferen zeigen sich die hohen Bäume der breitblätterigen Albertien und der schmalblätterigen Voltzien (oft mit verschiedengestaltigen Blättern) mit ihren ansehnlichen, nach abwärts hängenden Zapfen. An diesen sind die Bracteen bei *Albertia* ganzrandig, bei *Voltzia* aber (ähnlich wie jetzt bei *Cryptomeria*) zierlich 5lappig; sie tragen die Samen nach Art unserer Coniferen. Auch der nach Schimper gleichfalls hängende männliche Blütenstand von *Albertia* ähnelt vielfach unseren Abietineen.

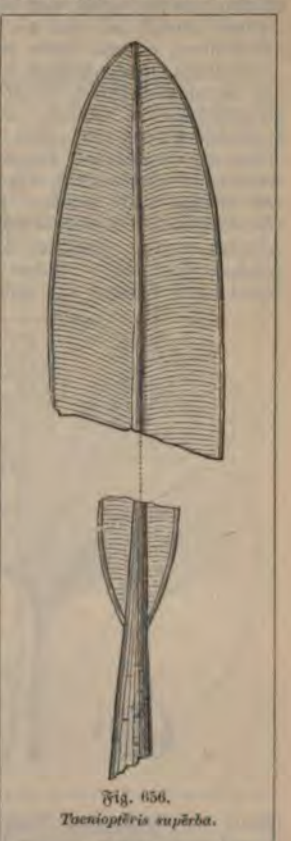


Fig. 656.
Taenioptĕris superba.

Die zweite Abtheilung der Trias, der Muschelkalk, hat nur sehr wenige Reste aufzuweisen, wie z. B. Holzfragmente von Coniferen oder von Farnen die Gattung *Neuropteridium*. Dagegen zeigen sich im Keuper neben den Formen der tieferen Trias, wie *Equisĕtum*, *Schizoneura*, *Taenioptĕris*, *Voltzia*, der schon in der Steinkohlenepoche auftauchenden, zunächst noch sehr spärlichen Gattung *Pterophyllum* u. s. w. vielfach schon Formen, welche erst in der nächsten Abtheilung zu höchster Entfaltung gelangen. Der Keuper schließt sich hierdurch innig an die

b. Juraformation an, deren Flora sich durch Rhät, Lias und Jura erhält und ihre Ausläufer bis in Wealden und untere Kreide entsendet. Eigenthümlich sind besonders für die tieferen Schichten die fingerförmig, fast schildförmig zusammengestellten Lappen vieler Farne, wie es in der Jetztwelt nicht mehr vorkommt. So *Dictyophyllum*, welches den sumpfigen Boden, wie jetzt etwa die

§. 295. lebende Gattung *Drymaria*, überzog, oder die gleichfalls Feuchtigkeit liebende *Clathropteris* mit 9 fingerförmig zusammengestellten Hauptnerven. Beide zeigen netzige Nervatur, wie auch die Sumpfboden liebende *Sagenopteris rhoifolia*, welche Nathorst zu den Marsiliaceen stellt; für diese Deutung sprechen auch die eiförmigen, 2klappig aufspringenden Früchte, welche beobachtet wurden. Auf trocknerem Boden gediehen eine Menge derbblätteriger Farne, welche als *Thinnfeldia*, *Scleropteris*, *Stachypteris*, die knorpelartig geraudeten *Lomatopteris* und *Cycadopteris* u. s. w. beschrieben wurden. Sehr zahlreich, besonders im Jura von Sibirien, sind auch mit Früchten die Gattungen *Thyrsopteris* und *Dicksonia* beobachtet worden, welche noch lebend in den Tropen existiren: ähnlich wie auch die schöne, mit stengelumfassendem, rundem Laube versehene *Delgadoa occidentalis*, welche kürzlich Heer aus dem Jura von Portugal beschrieb, lebende Vertreter in der südamerikanischen Gattung *Jamesonia* besitzt. Zahlreiche Cycadeen zählen zu den Gattungen *Zamites*, *Otozamites*, *Podozamites* (sehr weit verbreitet *P. lanceolata*), *Pterophyllum* u. s. w., von welchen auch Samen, bisweilen wie bei *Cycadospädix Hennoquei* Sap. (Fig. 657.) noch an dem Fruchtblatte haftend, gefunden wurden. Zahlreiche Coniferen erinnern besonders an Taxineen oder *Ginkgo* (Fig. 658.). Neben den mehr oder minder zertheilten Blättern von *Baiera* und *Ginkgo* sind auch die männlichen Blütenähren, zum Theil mit stern-

Fig. 657.
Cycadospädix Hennoquei.

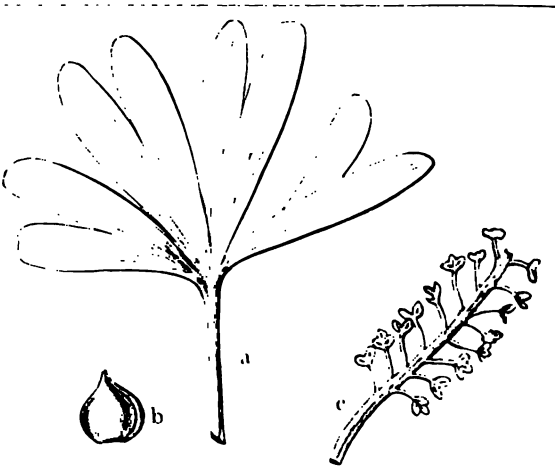


Fig. 658.
Ginkgo sibirica.
a Blatt.
b Samen.
c Zerdrücktes Blütenkätzchen mit zum Theil aufgesprungenen Antheren.

förmig aufgesprungenen Antheren, sowie die Samen erkannt worden. Ja eine Anzahl von Formen werden sogar als Vorläufer der lebenden Gattung *Ginkgo* eingereiht, da Blätter, männliche und weibliche Blüten, Früchte der fossilen Arten generische Unterschiede nicht erkennen lassen. Unter den eigenthümlichen Coniferen-Typen des Jura sticht auch noch *Czekanowskia* hervor mit nußartigen, zu 2 neben einander stehenden Samen und büschelig zusammengestellten, von Niederblättern gestützten, dichotom sich theilenden Laubblättern. Rundliche oder ovale An-

schwellungen, welche zahlreich an diesen linearen Blattzipfeln sich fanden, erklärt Heer, analog mit Erscheinungen an lebenden Coniferen, für die Wirkung kleiner Pilze (Uredineen).

c. An die Juraformation schließt sich, wie Struckmann und Heer betonen die **Wealdenbildung** ganz innig an. Die wesentlichsten Typen bleiben auch hier erhalten und dauern auch zum Theil bis in die **untere Kreide** aus. Besonders reichlich aber tritt in der letzteren, z. B. bei Kome in Grönland, ein Typus auf, welcher jetzt gleichfalls hauptsächlich in der südlichen Hemisphäre vertreten ist, die so charakteristische Farngattung *Gleichenia*. Auch die Coniferen erinnern mehr an die Jetztwelt; die Formen von *Ginkgo* (*Salisburia*) werden in *Salisburia pluripartita* aus den Wealden der lebenden Form immer ähnlicher, Spuren von Cypressen und Sequoien erscheinen.

Im Anfange der Juraperiode bildete Europa nur eine Gruppe von Inseln, die jedoch nach und nach sich enger zu einem Continente zusammenschlossen. Diese Verschmelzung tritt in der Wealdenperiode hervor und eine neue Vegetation bereitet sich vor.

C. Neophytische oder tertiäre Vegetationsperiode.

a. Seit der **mittleren Kreide** (Cenoman) beginnen sich die Dikotyledonen neben den bisher dominirenden Gefäßkryptogamen und Gymnospermen zu entwickeln. Schon treten in Europa tropische Typen wie *Hymenaea*, neben mehr nordischen Formen, wie Epheu, *Magnolia*, *Comptonia*, *Sequoia*, *Salisburia*, bei Kome in Grönland auch Pappelblätter vom Typus der mittelasiatischen *Populus euphratica* u. s. w. auf, während die charakteristische, in Europa weit verbreitete, sehr großblätterige Gattung *Credneria* (Fig. 659.) oder die analogen Typen *Aspidiophyllum* und *Protophyllum* aus der Dacotagruppe Nordamerikas (überhaupt besitzt diese Gruppe nach Lesquereux in ihrer reichen etwa 130 Arten zählenden Flora verhältnißmäßig große und üppige Blätter, was auf ein gleichmäßiges wärmeres Klima deutet) bisher nur in der Kreide gefunden wurden. Schon zeigen sich Palmen in Europa. So eine kleine Zwergpalme, *Flabellaria chamaeropifolia*, oder eine hochstämmige an *Phoenicophorium Secchellarum* erinnernde Form, bei welcher die Segmente noch mit einander zu einem mächtigen Blatte vereinigt sind. Südliche und gemäßigte Typen lebten damals neben einander; die durch Feuchtigkeit etwas gemilderte Hitze begünstigte die schnelle Verbreitung der Dikotyledonen und die Entwickelung der Laubmassen. Doch ist bemerkenswerth, daß in der Fundstätte

§. 296.

Fig. 659. *Credneria triacuminata.*

§. 296. von Beauſſet bei Toulon, obgleich dieſelbe ſchon dem Turon zuzählt, vielleicht infolge der ſüdlicheren Lage die Dikotyledonen noch immer ſehr zurücktreten.

b. Im **Paläocän**, der unterſten Stufe der Tertiärformation, zeigte ſich noch kein eigentlicher Winter. Die hier gefundenen Reſte deuten auf tropiſche, ſubtropiſche und wärmere gemäßigte Typen, zum Theil von innerafiatiſchem Ausſehen. Während der niedrige heiße Strand von Soiſſons neben kleinen Fächerpalmen Gewächſe mit mehr mageren Blättern, Myriceen, *Araucarīa* u. ſ. w. hervorbringt, zeigt der im Schatten des Waldes Feuchtigkeit ſpendende Waſſerfall von Sézanne die Reſte mächtiger Bäume, wie *Magnolia*, *Juglans*, Laurineen, Artocarpeen, Tiliaceen u. ſ. w., auf den feuchten Felſen üppige Polſter von Lebermoos und Maſſen von bald zarten und krautartigen, bald eleganten und baumartigen Farnen. Sehr reich iſt die paläocäne Flora von Geſinden in Belgien, in welcher Saporta und Marion zahlreiche immergrüne Eichen und Kaſtanien (etwa 12) und Laurineen (etwa 11 Arten) neben Araliaceen Celaſtrineen, *Vibūrnum*, der Feuchtigkeit und Schatten liebenden Farngattung *Osmūnda* u. ſ. w. unterſchieden; vorherrſchend Typen, welche etwa an die jetzige Flora des ſüdlichen Japan erinnern. Wie in der Kreide *Credneria*, zeigt ſich hier in zahlreichen Abdrücken die charakteriſtiſche ausgeſtorbene Gattung *Dewalquēa*, welche in ihren fußförmig zertheilten Blättern dem Ranunculaceen-Genus *Helleborus* ſehr nahe kommt (Fig. 660.).

Fig. 660. *Dewalquēa Gelindenēnsis.*

c. Eocän. Beſitzen die paläocänen Ablagerungen nur eine ſehr beſchränkte Verbreitung, ſo laſſen ſich die Nummuliten führenden Schichten des Eocän um ſo weiter verfolgen. Damals drang das Meer an verſchiedenen Punkten tief in Europa ein, dehnte ſich aber zugleich auch über einen großen Theil von Aſien und Afrika aus, eine Art von Mittelmeer, freilich in ſehr vergrößertem Maßſtabe, bildend. Im Pariſer Becken und über einen Theil Belgiens und des ſüdlichen Englands breitete ſich ein umfangreiches Binnenmeer aus.

Die Reſte, welche ſich in den unteren eocänen Ablagerungen des Pariſer Beckens finden, weiſen auf ſehr bedeutende Wärme hin. Sehr häufig zeigen ſich die großen, eckig zuſammengedrückten, faſerig umhüllten Früchte der Gattung *Nipa*, welche, zwiſchen Palmen und Pandaneen ſtehend, jetzt im Schlamme halbſalziger Lagunen an den Mündungen der Flüſſe Indiens wuchert. Von Sheppey allein führt von Ettingshauſen unter etwa 200 foſſilen Arten 5 *Nipa*, und 11 Palmen-Arten (*Sabal*, *Arēca*, *Iriartēa*, *Oenocārpus*, *Livistōna*, *Chamaerops*, *Thrinax*, *Bactris*, *Elaeis*, *Astrocarўum*) auf, von welchen letzteren *Elaeis Eocenica* die gewöhnlichſte Species iſt. Daneben treten *Agāve*, *Amōmum*, *Sequoĭa*, *Salisburia*, *Juglans*, *Liquidāmbar*, Laurineen, Magnoliaceen

und besonders zahlreich Samen von Leguminosen u. s. w. auf. Auch vom §. 296.
Trocadero bei Paris führt Saporta neben *Nipa*-Früchten noch die Hydrocharideen-Gattung *Ottelia* an, welche jetzt an den Tropen nahe den Flußmündungen sich vorfindet, einen Oleander, dessen Blüte sogar gefunden wurde, u. s. w. Alle diese Pflanzen fanden sich im Flusse selbst oder in der Nähe desselben, während die weiter gelegenen Hügel und Ebenen von einer mageren Vegetation kleiner lederblättriger Eichen, Myriceen, *Zizyphus*- und *Dryandra*-Arten eingenommen wurden.

In dem jüngeren Sarthegebiete fand Crié üppige Wälder von Podocarpen begraben, mit welchen, wie noch jetzt in Neucaledonien, *Myrsine*-Arten als Unterholz zusammen vorkamen. Daneben noch immergrüne Eichen, Lorbeern, *Diospyros* und andere südliche Typen, besonders zahlreich aber Palmen, welche der Sabalpalme von Cuba und Florida entsprechen. Damals mag die mittlere Temperatur 25° C betragen haben. Auch die Floren von Monte Bolca, von Skopau in Sachsen u. s. w. sind durch das Vorkommen solcher südlicher Formen, fast lauter immergrüner Bäume und Sträucher, wie Myrten, Feigenbäume, Proteaceen, Lorbeern, Sterculiaceen, *Diospyros* u. s. w., ausgezeichnet.

Einer der reichsten und zugleich interessantesten Fundorte am Schlusse des Eocän ist Aix, dessen Flora Saporta schildert. Hier wuchsen am Ufer eines Sees neben der Palme *Sabal Lamanonis* noch Bananen, Dracänen, Coniferen von nicht sehr hohem Wuchse, Myriceen, Laurineen, Proteaceen, Rhamneen, Celastrineen, Araliaceen, etwa ein Dutzend Akazien u. s. w., welche großentheils an Innerafrika erinnern. Neben diesen Formen heißer Gegenden zeigen sich bei Aix auch solche, welche, wie Ahorn, Birke, Esche, Ulme u. s. w., kühleren Regionen angehört haben. Diese wuchsen wohl in den Wäldern, welche hoch über dem Spiegel des Sees die anliegenden Berge krönten. Obgleich diese Formen Gattungen angehören, welche noch jetzt in Europa existiren, so weisen sie doch darauf hin, daß ihre nächsten Verwandten in der bezüglichen Gattung sich jetzt nicht mehr in Europa, sondern in einem wärmeren Klima befinden. Auch der See von Aix zeigte eine reiche Flora, wie *Potamogeton*, *Vallisneria*, *Nymphaea*, Schilfgräser u. s. w. Vor allen die eigenthümliche Familie der Rhizocauleen, welche sich auch im Oligocän, doch nur in der Provence, wieder findet. Sie ist verwandt mit den jetzt außer Europa vorkommenden Restiaceen. Die Pflanze wuchs in wenig tiefen Gewässern, die sehr verästelten Stämme wurzelten im Schlamme und bildeten am Ufer große Colonien. Sie waren mit großzelligem Marke erfüllt und wenig fest. Die Blätter waren breit bandartig, aufrecht stehend, oft zerschlitzt. An den Knoten fanden sich zahlreiche Luftwurzeln, die den Stamm stützten und abfallend eine Narbe hinterließen. Zur Blütezeit bildete sich oben eine ästige Rispe, deren letzte Stielchen 1 bis 2 Aehrchen trugen.

Im Anschluß an die frühere Periode war im Anfang des Eocän das Klima noch etwas feuchter. Bald aber wurde es, besonders zu Ende des Zeitraumes, heißer; es bildete sich der Gegensatz zwischen einer trockenen, brennenden Jahreszeit und einer gemäßigteren Regenzeit. Originale, doch meist kleine Formen mit harten, lederigen Blättern, welche an Südasien oder auch Afrika mahnen, vermehren sich. Dieser Charakter der Flora dauert bis zum Ende des Oligocän.

Ist die eocäne Flora Europas sehr verschieden von der jetzt da lebenden, so zeigen die eocänen (tertiären) Floren der Tropen, z. B. Java, Borneo, Sumatra, keinen von der Jetztwelt abweichenden Charakter. Schon damals zeigten dort sich Palmen, Bananen, *Piper*, Eichen, *Ficus*, *Artocarpus*, Laurineen, Coffeaceen, Apocyneen, Ebenaceen, Loranthaceen, Büttneriaceen, Dipterocarpeen, Sapindaceen, Leguminosen u. s. w., alles Typen, welche auch jetzt noch die tropische Vegetation zusammensetzen.

d. Das **Oligocän** schließt sich im Anfange eng an das Eocän an. Die reiche, wenn auch etwas magere Flora erinnert vielfach an Innerafrika. Erst nach und nach wird das Klima etwas feuchter und milder und neue Typen wandern ein, erst einzeln, dann immer häufiger, und mischen sich zwischen die schon vorhandene Vegetation. Schon zu Ende des Eocän hatte sich das Meer weit von seinen früheren Grenzen zurückgezogen; das oligocäne Meer war viel kleiner, als das

§. 296. Nummulitenmeer, und überfluthete nur einige Punkte des Continentes. Doch erstreckte sich ein enger Golf von Belgien über Westfalen, Kassel und das obere Rheinthal bis zum Schweizer Jura. Durch Hebungen des Bodens begünstigt mögen die Flüsse schon deutlicher hervorgetreten sein; es bilden sich zahlreiche Seen, welche sich zum Theil bis in die nächste Periode erhalten.

Unter den Nadelhölzern treten *Callitris* und *Widdringtonia* aus dem Eocän herüber. Bald aber werden diese afrikanischen Typen durch andere Formen Nordamerikas oder des östlichen Asiens ersetzt, welche häufige Regengüsse besser vertragen können. Erst selten, gegen das Ende der Periode immer häufiger, zeigen sich *Libocēdrus*, *Chamaecypāris*, *Sequoia*, *Taxodium distichum*, *Glyptostrōbus*. Palmen sind noch häufig, wie *Sabal Haeringiāna*, *S. major*, *Flabellaria latilōba*. Reichlich zeigen sich *Comptonia*- und *Myrica*-Arten mit breit linienförmigen Blättern und gezähntem Rande, daneben Proteaceen, Ericaceen (*Leucothöe*), Araliaceen, *Ilex*, *Zizyphus*, Myrtaceen, *Diospyros*, Juglandeen, Leguminosen u. s. w. Aber bald wandern auch, fast unmerklich immer zahlreicher werdend, andere Typen ein, deren Gedeihen durch das gleichmäßigere, feuchte Klima begünstigt wird. Diese mögen im Eocän nur auf den Bergen existirt haben, jetzt dringen sie auch in die Ebenen vor. Wie Heer's großartige Untersuchungen über die fossile arktische Flora dargethan haben, zeigte sich dort schon seit lange eine üppige Vegetation, wenn auch viele sonst in Europa weit verbreitete südliche Typen gar nicht bis dahin vorgedrungen sein mögen. Von dort nun drangen allmählich die Formen eines gemäßigteren Klimas in Europa ein. Dahin gehören z. B. die Tannen, *Sequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrōbus* unter den Coniferen. Daneben zeigen sich *Fagus*, *Carpinus*, *Betula*, *Alnus*, gewisse Eichen, *Ulmus*, *Populus*, *Salix*, *Corylus*, *Liquidāmbar*, *Platānus*, *Tilia*, unter den Laurineen *Sassafras* u. s. w., lauter ausdauernde, kräftige, Wälder bildende, dem Laufe der Flüsse folgende Bäume. Auch Wasserpflanzen bedeckten die zahlreichen Seen, wie *Nymphaea*- und *Nelumbium*-Arten (letztere, die Lotusblume, war durch *Nel. Buchii* Ett. am Monte Promina in Dalmatien vertreten), welche meist doppelt so große (als unsere weiße Seerose) und gefüllte Blüten besaßen. Daneben zeigte sich die ebenfalls sehr großblütige Seerosengattung *Anoectomeria*, deren Frucht nicht, wie bei *Nymphaea*, durch unregelmäßige Spalten, sondern in querverlängerten Kammern aufsprang.

e. Die **Miocänperiode** zerfällt in die zwei Abtheilungen: 1) aquitanische Stufe und 2) Molasseperiode.

1) In der aquitanischen Stufe deutet die Vegetation auf feuchtes und warmes Klima. So die häufigen und großblätterigen Farne. Auf überschwemmtem Boden wucherte *Osmunda lignitum* von ostasiatischem Typus, im Schatten mächtiger Bäume schlang sich der Kletterfarn *Lygodium* empor; die weit verbreitete *Lastraea Stiriaca* scheint eine baumartige *Cyathea* gewesen zu sein und endlich ist *Chrysodium* ein ächter Wasserfarn. Die Palmen werden jetzt etwas seltener und suchen besonders heiße und gedeckte Standorte; doch finden sich neben den häufigeren *Sabal* und *Flabellaria* noch andere Formen, wie *Geonoma*, *Phoenicites*, *Chamaerops*, Rotangpalmen u. s. w. Unter den Coniferen herrschen noch *Taxodium*, *Sequoia*, *Glyptostrobus*. Die von den Polargegenden eingedrungenen Laubholzformen, fast stets Bäume mit abfallenden Blättern vermehren sich immer mehr. Viele Arten stimmen hierbei sehr nahe mit noch in Ostasien, Nordamerika oder auch in Südeuropa existirenden Typen überein; dennoch ist die damalige Flora keineswegs der jetzigen südeuropäischen entsprechend, da zahlreiche Laurineen, Diospyreen, Myriceen, baumartige Papilionaceen u. s. w. sich noch hinzugesellen. Im Aquitan beginnen sich die verschiedenen Sektionen der Eichen zu differenziren, daneben zeigen sich zahlreiche Rhamneen, Juglandeen u. s. w.; auch Pomaceen, wie *Mespilus*, treten auf und verschiedene Formen von baumartigen Leguminosen, wie *Caesalpinia*, *Cassia*, *Acacia*, *Cercis*, *Gymnocladus*. Von letztgenannter Gattung wurde erst kürzlich bei Shangai in China die lebende *G. chinensis* Baill. entdeckt, welche ganz der fossil in Frankreich beobachteten *G. macrocarpa* Sap. entspricht.

Im ganzen zeigt die aquitanische Flora eine bedeutende Gleichförmigkeit der §. 296.
klimatischen Verhältnisse und eine große Aehnlichkeit der Typen, von welchen viele überall in den Vordergrund treten. Doch ist ein Einfluß der geographischen Breite nicht ganz ausgeschlossen. In der baltischen Bernsteinflora (54° nördl. Breite) kommen zwar noch Kampherbäume in großer Anzahl vor, die Palmen aber fehlen. Diese zeigten sich damals noch bei Bovey Tracey in England (51° nördl. Breite) als ihrer nördlichsten Grenze.

2) Die Molasseperiode beginnt mit dem Eindringen des Molassemeeres, welches an vielen Stellen den Continent wieder überfluthete. Hierdurch wurde das Klima noch feuchter und gleichmäßiger; der Winter war mild, der Sommer regnerisch. Eine üppige Vegetation, in welcher sich einheimische und fremde Typen harmonisch mischten, erstand, doch mehren sich die Pflanzen mit hinfälligen Blättern. Die noch in Europa existirenden Gattungen vervielfältigen ihre Arten, besonders mächtig entwickeln sich die Pappeln, von welchen die damals in Europa reichlich vertretene Sektion der Lederpappeln jetzt durch *Populus Euphratica* noch in Asien und Nordafrika repräsentirt ist. Auch andere, wie *Platanus*, *Liquidambar*, *Planera*, *Pterocarya*, *Parrotia*, welche damals in Europa grünten, finden sich jetzt nur noch an den Grenzen unseres Continentes; andere haben homologe Arten in Nordamerika. Dieser Zusammenhang zwischen dem tertiären Europa und dem heutigen Ostasien und Nordamerika ist durch die strahlenförmige Einwanderung von den Polen her zu erklären, wobei die asiatischen und amerikanischen Typen sich erhielten, die europäischen aber in der späteren Glacialzeit für Europa meist verloren gingen. Auch ein ausgestorbener, damals reich vertretener Typus tritt uns in der Cäsalpineen-Gattung *Podogonium* entgegen (Fig. 661.). Ihre ge-

Fig. 661. *Podogonium Knorrii.*
a Theil eines Fiederblattes. b Blütenstand mit Kelchen. c Junge Frucht. d Reife Frucht mit Samen.

§. 296. fiederten Blätter besaßen zahlreiche Blättchen; die Früchte waren einsamige, aufspringende, langgestielte Schoten; das einzige Samenkorn blieb mit langem Nabelstrange am Samenträger haften. Die Farne nähern sich den lebenden Formen; neben *Taxodium*, *Sequoia*, *Glyptostrobus* treten noch andere Coniferen auf; die Gräser vermehren sich und beginnen Wiesen zu bilden; Palmen werden immer seltener. Birken, Erlen, Weiden, Pappeln, Hainbuchen, großblättrige Ahornarten zeigen sich überall; *Celtis*, *Ulmus*, *Tilia* werden häufiger. Daneben noch zahlreiche Myriceen, immergrüne Eichen, *Castanea*, *Ostrya*, *Viburnum*, Myrsineen, Araliaceen, Sapindaceen, Magnoliaceen, Sterculiaceen, Juglandeen, Celastrineen u. s. w. und viele Leguminosen. Noch reifen eine Reihe von lorbeerartigen Gewächsen ihre Früchte in Europa, doch beginnen sie seltener zu werden. Der damalige Weinstock unterscheidet sich kaum von dem lebenden.

Die reiche Vegetation von Oeningen, in welcher allein 475 Arten aufgeschlossen wurden, liegt am Schlusse dieses Abschnittes. Von dieser bemerkt z. B. Heer: Die Blüten von *Cinnamomum* mit Pappelblättern gemischt, zeigen den Frühling an, Früchte der Ulme, Pappel und Weide den Anfang des Sommers, Früchte von *Cinnamomum*, *Diospyros*, *Clematis*, Compositen das Nahen des Herbstes. Der häufigste Baum ist *Acer trilobatum*, am Wasser wachsend mit *Populus latior*, *P. mutabilis* (diese von der lebenden *P. Euphratica* nicht zu unterscheiden), *Sapindus falcifolius*, *Juglans acuminata* und *Podogonium*. Letztgenannte Gattung bildete mit Laurineen und Eichen ausgedehnte Wälder. Am Ufer der Gewässer standen *Arundo*, *Typha*, *Iris Escheri*, Cyperaceen u. s. w. Viele immergrüne Blätter bestätigen die Milde des Winters; Früchte reiften das ganze Jahr hindurch. Weiden, Platanen, *Cinnamomum* blühten, wie jetzt auf Madeira, im März. *Podogonium* aber reifte seine Früchte im Sommer; daneben finden sich nämlich die Flügel von Ameisen, welche dieselben im Sommer verlieren. Heer setzt das Klima von Oeningen gleich dem jetzigen von Madeira, Malaga, Japan, Südsicilien, Georgien mit einer mittleren Jahrestemperatur von 18—19° C.

f. In der **Pliocänperiode** ist die im Miocän so üppig entfaltete Vegetation im Rückschreiten begriffen; viele Typen beginnen jetzt auszuwandern. Das Molassemeer zieht sich mehr und mehr zurück und giebt so Europa allmählich seine jetzige Gestalt. Zugleich beginnt sich der Boden zu heben und mit dem Emporsteigen der sich mit Schnee bedeckenden Gebirge erkaltet das Klima mehr und mehr. Noch zeigt sich z. B. im Wiener Becken u. s. w. in der sogenannten Sarmatischen oder Cerithien-Stufe eine reiche, an Oeningen erinnernde, wenn auch etwas jüngere Flora. Noch existirt die alttertiäre *Callitris Brongniarti* und daneben *Cinnamomum*, *Sequoia Langsdorffii*, *Carpinus grandis*, großblätterige Ahornarten, *Sapindus*, *Podogonium*, *Acacia Parschlugiana*, sowie die härteren Typen von *Glyptostrobus*, *Betula prisca*, *Liquidambar europaeum*, *Platanus aceroides*, *Parrotia pristina*, *Grewia crenata*; Palmen aber, die noch bei Oeningen, wenn auch selten, vorkommen, fehlen ganz. In den höher liegenden Congerienschichten, z. B. bei Sinigaglia und Stradella finden sich neben rein miocänen Typen auch solche, welche sowohl dem Miocän als Pliocän angehören; viele stimmen mit Arten, welche jetzt in Ostasien, Nordamerika, Südeuropa oder auch auf den Canaren vorkommen. Hier fehlen bereits *Callitris*, *Cinnamomum* und *Acacia*; dagegen deutet das Vorkommen von *Sequoia* und jetzt auch der Rothbuche, das reichlichere Auftreten von Bambus und Schilf auf größere Feuchtigkeit.

Einer der interessantesten pliocänen Fundorte ist Meximieux in Südfrankreich, dessen Flora von Saporta und Marion beschrieben wurde. Mächtige Wälder beschatteten damals die Flüsse und Bäche. Sie gleichen etwa den jetzigen Wäldern auf den Canaren, sind aber durch das Hinzutreten nordamerikanischer, caucasischer und centralasiatischer Typen noch formenreicher. Viele Arten waren gesellige, zum Theil noch jetzt, nur anderwärts existirende Waldbäume, wie *Torreya nucifera* (jetzt in Asien), *Quercus praecursor*, *Oreodaphne Heerii*, *Laurus Canariensis* und *Apollonias Canariensis* (beide auf den Canaren), *Persea Carolinensis* (Nordamerika), *Tilia expansa*, *Acer opulifolium* (noch in Europa), *A. laetum*

(Asien), *Juglans minor*. Kleinere Bäume waren *Ilex Canariensis* (Canaren), §. 296.
I. Falsani; Gesträuche bildeten *Buxus pliocenica* (von *B. sempervirens* kaum zu trennen), *Daphne Pontica*, *Viburnum rugosum* (Canaren) und *V. pseudotinus*. An den Gewässern fanden sich *Populus alba*, *Platanus*, *Magnolia*, *Liriodendron;* als Schlingpflanzen traten auf *Cocculus* und *Clematis*. Von *Punica Planchoni* wurde Blüte und Blatt gefunden, von *Glyptostrobus* auch der Zapfen. Der pliocäne Oleander stimmt mit dem lebenden südeuropäischen fast ganz überein; an feuchten Ufergehängen fand sich in Menge *Bambusa Lugdunensis*, an den Wasserfällen die beiden noch jetzt auf den Canaren vorkommenden Farne *Woodwardia radicans* und *Adiantum reniforme*.

Aehnlich erwähnt auch Nordenskiöld nach den Untersuchungen von Nathorst, daß in dem Pliocän von Japan bei Mogi Blätter sich finden, welche noch lebenden japanischen oder nordamerikanischen Arten von *Quercus*, *Juglans*, *Populus*, *Salix*, *Myrica*, *Zelcova*, *Liquidambar*, *Prunus*, *Tilia* u. s. w. gleichen und bildet die pliocänen Varietäten von *Fagus ferruginea* Ait. (Nordamerika), *Zelcova Keakii* Sieb. und *Acer Mono* Maxim. (beide noch in Japan) ab. — Daß auch die Exposition, die südliche oder nördliche Lage, die Bodenerhebung u. dergl. ihren Einfluß ausübte, erwiesen die Untersuchungen der pliocänen Flora des Vulkans Cantal in Frankreich durch Saporta, wo der nördliche und südliche Abhang des Berges erhebliche Unterschiede in der Vegetation erkennen lassen.

Am Schlusse der Pliocänzeit nimmt die Temperatur mehr und mehr ab und die Gletscher steigen in die Thäler herab, begünstigt durch das feuchte Klima und die übermäßigen Niederschläge, welche Quellen und Flüsse füllen. Es beginnt die

ε. quaternäre Epoche (Pleistocen, Diluvium). Noch zeigen sich hie und da einige vereinzelte miocäne oder jetzt ausgestorbene Typen. In den Kalktuffen von Cannstadt unterschied Heer 29 Arten, darunter 3 jetzt ausgestorbene. Das Vorkommen der Roth- und Weißtanne, Weißbirke, Bergahorn, Hainbuchen, Ulme, Linde, Weide, Kreuzdorn, Schilfrohr und unter den Farnen von *Scolopendrium* deutet auf ein dem unsrigen entsprechendes Klima. Auch zeigt sich jetzt unsere Eiche (*Quercus robur*) mit abfallenden Blättern. Entsprechend verhalten sich nach Nieß auch die Kalktuffe von Homburg. — Damals war wohl das Klima von Nord- und Südeuropa noch verschiedener als jetzt. Auf der Insel Lipari grünte noch die Zwergpalme, in Südfrankreich fanden sich *Pinus Caroliniana*, südeuropäische Eichen, *Laurus Canariensis* u. s. w., im Forest bed von Norfolk aber Weiß- und Rothtanne, Kiefer, Bergföhre, Eibe, Haselnuß, Eiche, *Nymphaea*, *Nuphar*. Von diesen haben Weißtanne und Bergföhre jetzt England verlassen.

In der glacialen Periode, als mächtige Gletscher sich weit über Europa ausbreiteten, wanderte die frühere Flora in wärmere Gegenden, wenn wohl auch hie und da in den Thälern der südlichen Gebirgsabhänge, ähnlich wie jetzt etwa auf Neuseeland, auch in der Nähe der Gletscher eine üppigere Flora sich erhielt. Nach dieser Periode drängten die südlicheren Typen wohl wieder nach Norden vor, in Centraleuropa aber siedelte sich zunächst eine Flora an, deren Elemente, am Grunde der Torfmoore aufbewahrt, noch jetzt in hochnordischen Gegenden sich finden, wie polare Weiden, Zwergbirke, *Dryas octopetala* u. s. w. Bald wurde auch diese Flora durch verändertes Klima und neue Einwanderer in ihre jetzigen Wohnsitze gedrängt. Die Torfmoore Dänemarks und Norwegens enthalten in den über einander lagernden Schichten von unten nach oben: 1) Zitterpappel, 2) Kiefer, 3) Eiche, 4) Erle, also Pflanzen, welche zu ihrem Gedeihen sehr verschiedenartiger Bedingungen hinsichtlich der Wärme und Feuchtigkeit bedürfen. Ihre auf einander folgende Einwanderung und die der sie begleitenden Arten, welche noch an sehr verschiedenen Stellen (z. B. Norwegens) ihre Vertreter zurückgelassen haben, wurde nach Blytt durch die säculäre Abwechslung von Perioden bald feuchteren, bald trockneren Klimas ermöglicht und so eine überraschende Mannigfaltigkeit des Pflanzenteppichs geschaffen.

Literatur über Phytopaläontologie. Brongniart, Ad., Prodr. d'une hist. des Végétaux foss. Paris 1828. — Derselbe, Hist. des Végétaux foss. Paris 1828—1838. — Corda, A. J., Beitr. zur Flora der Vorwelt Prag 1845. — Crié, L., Rech. sur la Végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire. Paris 1878. — Dawson, J. W., Foss. plants of the Devonian and upper Silurian formation of Canada. Montreal 1871—1873.

— v. Ettingshausen, C., Tertiärflora von Wien. Wien 1851. — Derselbe, Beitrag zur Flora der Wealdenperiode. Wien 1852. — Derselbe, Tertiäre Flora von Häring in Tyrol. Wien 1853. — Derselbe, Steinkohlenflora von Radnitz in Böhmen. Wien 1854. — Derselbe, Cocene Flora des Monte Promina. Wien 1855. — Derselbe, Blattskelette der Dikotyledonen. Wien 1861. — Derselbe, Beiträge zur Kenntniß der Flächenskelette der Farnkräuter. 2 Thle. Wien 1864. Derselbe, Die Farnkräuter der Jetztwelt, für die Bestimmung der vorweltlichen Arten. Wien 1865. — Derselbe, Foss. Flora des Tertiärbeckens von Bilin. 3 Thle. Wien 1869. — Derselbe, Foss. Flora von Sagor in Krain. 2. Thle. Wien 1872. — Derselbe, Fossile Flora von Parschlug. I. Pilze und Moose. Wien 1877. — Derselbe, Beitrag zur Erforschung der Phylogenie der Pflanzenarten. Wien 1877. — Feistmantel, O., Pflanzenversteinerungen der böhmischen Kohlengebirgs-Ablagerungen. 3 Thle. Cassel 1874—1876. — Geinitz, H. B., Darstell. der foss. Flora des Hainichen-Ebersdorfer und des Flöhaer Kohlenbassins. Leipzig 1854. — Derselbe, Dyas oder die Zechsteinformation und das Rothliegende. Leipzig 1861—1862. — Göppert, H. R., Syst. Filicum foss. Die foss. Farnkräuter. Breslau 1836. — Derselbe, Die Gattungen der foss. Pflanzen verglichen mit denen der Jetztwelt. Bonn 1841—1848. — Derselbe, Ueber die foss. Flora der Quadersandsteinformation in Schlesien. (Ac. Leop.) 1842—1847. — Derselbe, Entstehung der Steinkohlenlager aus Pflanzen. Haarlem 1848. — Derselbe, Monogr. der foss. Coniferen. Leiden 1850. — Derselbe, Foss. Flora des Uebergangsgebirges. Breslau 1852. — Derselbe, Die Tertiärflora auf Java. Haag 1854. — Derselbe, Tertiär Flora von Schoßnitz. Görlitz 1855. — Derselbe, Foss. Flora der silur., devon. und unteren Kohlenformation. Jena 1860. — Derselbe, Foss. Flora der permischen Formation. Kassel 1877. — Derselbe, Eine Revision meiner Arbeiten über die Stämme der foss. Coniferen, besonders der Auracariten. Kassel 1881. — Göppert u. Berendt, Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845. — Hayden u. Lesquereux, Illustr. of Cretac. and Tertiary Plants of the Western Territories of the U. S. Washington 1878. — Heer, O., Flora tertiaria Helvetiae. 3 Bde. Winterthur 1855—1859. — Derselbe, Zur Kenntniß der sächsisch-thüringischen Braunkohlenflora. Berlin 1861. — Derselbe, Die Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. Zürich 1879. — Derselbe, Beitr. zur Kreideflora von Moletein in Mähren und Quedlinburg. 2 Thle. Zürich 1868—1871. — Derselbe, Flora fossilis arctica; Foss. Flora der Polarländer. 6 Bde. Zürich 1868—1881. — Derselbe, Miocene baltische Flora; die foss. Pflanzen der Braunkohlenformation der Ostseeländer. Königsberg 1869. — Derselbe, Flora foss. Helvetiae; Vorweltliche Flora der Schweiz. Zürich 1875—1877. — Derselbe, Foss. Pflanzen von Sumatra. Zürich 1875. — Derselbe, Beitr. zur foss. Flora von Sumatra. Zürich 1879. — Derselbe, Contributions à la flore foss. du Portugal. Lissabon 1881. — Lesquereux, L., The Tertiary Flora of the Western Territories of the U. S. Washington 1878. — Derselbe, Atlas to the Coal Flora of Pennsylvania and of the Carboniferous Format. throughout the U. S. Harrisburg 1879. — Lindley u. Hutton, Foss. Flora of Great Britain. 3 Thle. London 1831—37. — Renault, B., Cours de Botanique foss. I. (Cycadées, Zamiées etc.). Paris 1881. — Richter u. Unger, Beitr. z. Paläontologie des Thüringer Waldes. Wien 1856. — v. Röhl, Foss. Flora der Steinkohlenformat. Westphalens. Cassel 1868—69. — Roemer, F. A., Lethaea Geognostica. — de Saporta, G., Etudes s. la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire. Paris 1863—73. — Derselbe, die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen. Uebers. von C. Vogt. Braunschweig 1881. — Schenk, A., Foss. Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1806—68. — Derselbe, Ueber Fruchtstände foss. Equisetineen in Botan. Zeitg. 1876. — Schimper, W. P., Traité de Paléontologie végétale. Paris 1869—74. — Schimper u. Mougeot, Monogr. des Plantes foss. du Grès bigarré des Vosges. Leipzig 1844. — Strasburger, E., über Scolecopteris elegans. Jena 1874. — Stur, D., Culmflora des Mährisch-schlesischen Dachschiefers. Wien 1875. — Derselbe, Culmflora der Ostrauer und Waldenburger Schichten in Mähren und Schlesien. Wien 1878. — Unger, Fr., Chloris protogaea. Beitr. z. Flora der Vorwelt. Leipzig 1841—47. — Derselbe, Iconographia plantarum fossilium. Wien 1852. — Derselbe, Sylloge plantarum fossilium. Wien 1860—66. — Derselbe, Geologie der europäischen Waldbäume. Graz 1870. — Weiß, C. E., Foss. Flora der jüngsten Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Saar-Rheingebiete. Bonn 1869—72. — Derselbe, die Steinkohlen-Calamarien mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fruktificationen. Berlin 1876. — Derselbe, Aus der Flora der Steinkohlenformation. Berlin 1881. — Zittel u. Schimper, Handbuch der Paläontologie Bd. II. Phytopaläontologie von Schimper, München 1879—80. — Grand Eury, Flore carbonifère. Paris 1877. — ꝛc. ꝛc.

IX. Abschnitt.

Von der Verbreitung der Pflanzen. Pflanzengeographie.

(Von Professor Dr. Aschersон.)

§. 297. Die jetzige Verbreitung der Pflanzen über die Erdoberfläche ist das Ergebniß einerseits der in früheren geologischen Epochen durch die vielfach von der Gegenwart abweichende Vertheilung von Land und Meer und sonstige Einflüsse bewirkten Vertheilung der Pflanzenarten, andererseits der heute auf dieselben einwirkenden äußeren Bedingungen, welche in die meteorologischen oder klimatischen (in erster Linie Wärme und atmosphärische Niederschläge), und in die physikalisch-chemischen, durch die Eigenschaften des Bodens

gegebenen zerfallen. Die geologisch-historischen Bedingungen beeinflussen, in Verbindung mit den klimatischen, hauptsächlich die Gestalt und Größe des Wohnbezirkes (Areals) jeder einzelnen Art, ihre geographische Verbreitung, während die Einflüsse des Bodens nach physikalisch-chemischen Eigenschaften und Erhebung über der Meeresfläche, sowie des Zusammenlebens mit anderen Pflanzen, die topographische Vertheilung der Individuen über die Standorte innerhalb des Wohnbereiches bedingen. Wir beginnen mit der Besprechung des letzteren, wobei wir uns hauptsächlich auf die innerhalb Mitteleuropas und namentlich Deutschlands beobachteten Verhältnisse beschränken.

I. Die topographische Vertheilung.

A. Allgemeine Bemerkungen.

1) **Physikalisch-chemischer Einfluß des Bodens.** Es ist eine, überall wo auffällig verschiedene Bodenarten neben einander auftreten, leicht zu beobachtende Erscheinung, daß sowohl die wildwachsende Vegetation derselben einen verschiedenen Charakter trägt als auch dieselben in verschiedenem Maße für den Anbau gewisser Kulturgewächse geeignet erscheinen. Namentlich tritt dieser Gegensatz zwischen Kalkgestein und einem kieselreichen Boden zu Tage. In Mitteldeutschland z. B., wo Muschelkalk und die meist kieselreichen und kalkarmen Schichten des bunten Sandsteins und Keupers häufig mit einander wechseln, bemerkt man, daß *Hippocrēpis comōsa* L., *Gentiāna ciliāta* L., *Teucrium montānum* L., *T. chamaedrys* L. vorzugsweise auf Kalk, *Sarothāmnus scoparius* (L.) Koch und *Callūna vulgāris* (L.) Salisb. dagegen hauptsächlich auf Sand wachsen, der Klee, Luzerne und Esparsette, sowie die Buche besser auf Kalk, die Kiefer am besten auf Sand gedeiht. Noch schärfer scheiden sich die Bodenarten und ihre Flora in den Alpen, wo von den für dies Gebiet so charakteristischen Alpenrosen und Schafgarbenarten *Rhododēndron hirsūtum* L., *Achillēa Clavēnae* L. und *A. atrāta* L. dem Kalk, *R. ferrugineum* L. und *A. moschāta* Wulf. aber dem Urgebirge (Schiefer) angehören. Nach dem verschiedenen Verhalten in dieser Hinsicht theilt Unger die Pflanzen ein in: §. 298.

a. Bodenvage Pflanzen, welche ohne Unterschied auf den verschiedensten Bodenarten wachsen.

b. Bodenholde Pflanzen, welche eine Bodenart den übrigen vorziehen. Die Kiefer (*Pinus silvēstris* wächst auf Kiesel-, Kalk- und Thonboden, massenhaft jedoch nur auf Kieselboden, ist also eine bodenholde Pflanze, wie die gemeine Heide (*Callūna vulgāris*), welche vorzüglich Kieselboden liebt.

c. Bodenstete Pflanzen, welche nur auf einer bestimmten Bodenart wachsen.

Globularia *nudicaulis*, { Ophrys *apifēra*, Saxifrāga *caesia* etc., } wachsen nur auf Kalkboden, sind also **kalkstete** Pflanzen.

Es fragt sich nun, ob diese Verschiedenheit ausschließlich oder überwiegend von dem chemischen oder von dem physikalischen Einflusse des Bodens herrührt. Für den ersteren sprachen sich besonders Unger, Heer, Schnizlein und Frickhinger, Sendtner, für den letzteren H. v. Mohl und Thurmann aus. Der letztere theilt die Gesteine, je nachdem sie schwer oder leicht durch Verwitterung einen lockeren Boden liefern, in dysgeogene[1] und eugeogene[1], und je nachdem das Ergebniß ein undurchlässiger (thoniger) oder durchlässiger (sandiger) Boden ist, in pelogene[2] und psammogene[2]. Hiernach erhalten wir, da die eugeogenen noch in zwei Stufen zerfallen, sechs Klassen von bodenbildenden Gesteinen:

---

1) Δυς schwer, εὖ gut, leicht, γῆ Erde, γίγνεσθαι entstehen. 2) πηλός Thon, ψάμμος Sand.

§. 298.

	Pelogen.	Psammogen.
Dysgeogen.	Oligopelisch [1], z. B. Portlandkalk, gemeine Basalte, Porphyre.	Oligopsammisch [1], z. B. Granit, Dolomit.
Eugeogen.	Hemipelisch [1], z. B. Liasmergel.	Hemipsammisch [1], z. B. Molasse, Grauwacke, krystallinischer Kalk.
	Perpelisch [1], z. B. Mergel, Thon.	Perpsammisch [1], z. B. lockerer Sandstein.

Außerdem theilt Thurmann die Pflanzen nach ihrem größeren oder geringeren Wasserbedürfniß ein in hygrophile (meist auf den pelogenen) und xerophile (meist auf den psammogenen Bodenarten). Es läßt sich nicht leugnen, daß die Gründe für den überwiegend physikalischen Einfluß des Bodens wohl die stärkeren sind. Dafür spricht u. a., daß es wenige Bodenarten giebt, in denen nicht alle für die verschiedensten Pflanzen erforderlichen Mineralnährstoffe, wenn auch zum Theil nur in sehr geringen Mengen, vorkommen, und daß in gewissem Grade sich Klima und Boden compensiren können. Im nordwestlichen Deutschland sind in dem feuchteren Klima manche xerophile Pflanzen an den trocknen, warmen Kalkboden weit mehr gebunden als in dem trockneren östlichen Deutschland, z. B. *Vincetoxicum officinäle* Mnch. Andererseits geht allerdings aus den Versuchen von Kerner hervor, daß, während viele Kalkpflanzen auch auf kalkfreiem Boden kultivirt werden können, ein zu großer Kalkgehalt des Bodens für manche Urgebirgspflanzen schädlich, ja tödtlich wirkt. Dies Verhalten ist auch besonders deutlich bei den Bewohnern der kalkfreien Sümpfe (Hochmoore), welche durch den Zutritt kalkhaltigen Wassers getödtet werden. Für zwei Kategorien von Pflanzen ist übrigens der chemische Einfluß unleugbar und von jeher anerkannt: für die Salzpflanzen, welche an die Gegenwart von Kochsalz und andere Natrium- resp. Magnesiumverbindungen (letztere auf dem Bittersalzterrain im nördlichen Böhmen) geknüpft sind, und für die Ruderal- und Dorfpflanzen, die einer gewissen Menge von Ammoniak oder Nitraten zu bedürfen scheinen; *Rumex alpinus* L. und andere Arten finden sich im Hochgebirge, z. B. stets in der Nähe der Sennhütten und verrathen noch die Stätte seit vielen Jahren verlassener derartiger Ansiedlungen. Auffällig ist auch das ausschließliche Vorkommen zweier Farnkräuter *Asplenium Adiantum nigrum* L. v. *Serpentini* Tausch und *A. adulterinum* Milde auf Serpentin an zahlreichen Orten in Böhmen, Sachsen, Schlesien, Mähren, Steiermark (ersteres findet sich auch auf demselben Gestein in Ungarn, Bosnien, Serbien und Schottland) ferner das Vorkommen einer gewissen Form von *Viŏla lutĕa* Huds. (v. *calaminaria* Lej.) auf zinkhaltigem Boden bei Aachen und in Oberschlesien.

Hier erfordern noch folgende abnorme Medien eine kurze Besprechung:

Schmarotzerpflanzen vergl. §. 240.

Unterirdische Pflanzen. Eine geringe Zahl von Pilzen vollendet ihre Entwickelung, ohne über die Bodenfläche hervorzutreten, indem ihre parasitische oder saprophytische Ernährung der Einwirkung des Lichts entbehren kann. Hierher gehören die so geschätzten Trüffeln (die am meisten verbreitete schwarze Trüffel Deutschlands *Tuber aestivum* Vitt., die weiße *Choeromyces maeandriformis* Vitt., letztere besonders im östlichen Gebiet), *Elaphomyces*, deren Parasitismus kürzlich durch Reeß nachgewiesen wurde, *Rhizopogon* ꝛc.

Unter dem Begriff Luftpflanzen (atmosphärische Pflanzen) versteht man Gewächse, z. B. Orchideen, Bromeliaceen, welche nicht im Erdboden, sondern in der Regel auf den Zweigen oder selbst Blättern anderer Gewächse wurzeln, auch wohl,

1) Ὀλίγος wenig, ἥμι halb, per sehr, πηλός Thon, ψάμμος Sand.

wie Flechten, die glatte Fläche nackter Felsen bewohnen. Die erste Kategorie ist fast nur innerhalb der Tropen vertreten. Obige Benennung ist ebenso ungenau wie die frühere „parasitische" Orchideen ꝛc., denn die betreffenden Pflanzen ernähren sich ebensowenig parasitisch von den Säften der sie tragenden Bäume, als sie die Mineralbestandtheile ihrer Nahrung der Atmosphäre entnehmen können; vielmehr kann ihnen der durch Zersetzung der abgestorbenen äußeren Rindenschichten sowie durch angewehten Staub gebildete spärliche Boden genügen. Bei den auch bei uns vorkommenden Steinflechten beweisen die oft enormen Corrosionserscheinungen die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Substrat.

Literatur. F. Unger, Ueber den Einfluß des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse. Wien 1836. — H. v. Mohl, Ueber den Einfluß des Bodens auf die Verbreitung der Alpenpflanzen. Tübingen 1838. — Schnizlein u. Frickhinger, Die Vegetationsverhältnisse der Flußgebiete der Wörnitz und Altmühl. Nördlingen 1848. — O. Sendtner, Die Vegetationsverhältnisse von Südbayern. München 1854. — Derselbe, Die Vegetationsverhältnisse des bayerischen Waldes. München 1860. — J. Thurmann, Essai de phytostatique appliqué à la chaine du Jura. Bern 1849. — A. Kerner, Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck 1863.

2) **Bodenplastik und Exposition.** Viele Pflanzen finden sich vorzugsweise an steilen, oft felsigen Abhängen, wo sie einen stets trocknen Standort und in der Regel bei günstigem Einfall der Sonnenstrahlen erhöhte Wärme finden. Der Einfluß der Exposition der Abhänge nach verschiedenen Himmelsrichtungen ist einleuchtend. An den stets schattigen Nordabhängen (sowie in engen Schluchten, in die die Sonne niemals hineinscheinen kann) steigen im Gebirge manche Bewohner der höheren Regionen tief unter ihre durchschnittliche Grenze herab. Umgekehrt erreichen die wilden und Kulturpflanzen der Ebene oder südlicherer Breiten an den sonnigen Südabhängen beträchtlichere Höhen. Bekannt sind die begünstigten Südlagen der Weingebirge nahe an der Nordgrenze dieser Kultur (Rheingau, Hegyalla bei Tokay); weniger bekannt, aber ebenso lehrreich die äußersten Vorposten des Getreidebaus in den Alpenthälern, z. B. Ober-Engadin, bei Samaden noch fast 1800 m. §. 299.

3) **Einfluß der Meereshöhe.** Wie weiterhin noch näher auszuführen, bewirkt die mit steigender Meereshöhe abnehmende Temperatur ähnliche Veränderungen in der Vegetation wie die vom Aequator nach den Polen abnehmende Wärme. Von der Ebene bis zur unteren Grenze des ewigen Schnees, lassen sich daher mehr oder weniger scharf getrennte Regionen unterscheiden. Am vollständigsten sind dieselben begreiflicher Weise in den Alpen entwickelt, dem einzigen Gebirge unseres Gebietes, welches die Schneegrenze überschreitet und dessen südlicher Fuß in eine Region herabreicht, deren Vegetation schon viele Charakterzüge mit der des Mittelmeergebietes gemein hat. Man kann hier unterscheiden: §. 300.

a. Die Region des Weinbaus, von der Ebene bis 810 m (2500'); der behufs des Getreide-, Obst- und Weinbaues, meist sehr beschränkte Waldbestand, vorherrschend von Laubhölzern gebildet, unter denen am Südabhange die Kastanie überwiegt. Unter den Getreidearten ist der Mais, unter den Obstbäumen die Wallnuß dieser Region eigenthümlich.

b. Die montane (Berg-) Region 810—1620 m (2500—5000'), in Mittel- und Norddeutschland ca. 486—1166 m (1500—3600'), zerfällt in

α. die Buchenregion (810—1296 m [2500—4000'], in Norddeutschland nur bis höchstens 648 m [2000'] sich erhebend) durch Laubwälder aus Eichen und Buchen und durch Getreide- und Obstbau charakterisirt.

β. die Region der Nadelhölzer (1296—1620 m [4000—5000'], in Nord- und Mitteldeutschland nur bis 1166 m [3600', am Riesengebirge], beziehendlich 1037 m [3200', Brocken], aufsteigend), durch einen Gürtel von Nadelwäldern, hauptsächlich Fichten und in den Alpen an der oberen Grenze auch Lärchen charakterisirt, welche zuletzt in zwergigen Krüppelformen die Baumgrenze bilden. In den Centralalpen (Engadin) findet auch noch wie auch in den Südalpen in dieser Region, die sonst ohne Kultur von Nahrungspflanzen ist, Getreidebau statt.

c. Die Region der Alpensträucher oder alpine (1620—2268 m oder 5000—7000') durch Wiesen von Alpenkräutern mit Krummholz, Rhododendren,

Ericen, Vaccinien und anderen Alpensträuchern charakterisirt, in den Alpen auch noch mit Waldbeständen von Lärchen und (den dieser Region eigenthümlichen) Arven oder Zirben, nur im Sommer (Sennhütten) bewohnbar. In Mitteldeutschland ragt in diese Region eigentlich nur das Riesengebirge von 1166 m (3600′) bis zu seinem Gipfel 1604 m (4950′) in Norddeutschland kaum der Brocken mit seiner höchsten Kuppe 1037 m (3200′) bis 1140 m (3520′), auf der jedoch Krummholz und viele andere alpine Pflanzen fehlen.

d. Die Region der Alpenkräuter oder nivale 2268 m (7000′) bis zur Schneegrenze, die in den nördlichen Alpen etwa bei 2657 m (8200′), in den Centralalpen bei 2786 m (8600′) liegt, charakterisirt durch Alpenkräuter, worunter namentlich *Saxifraga-*, *Gentiana-*, *Pedicularis*-Arten, und je nach der Höhe immer mehr überwiegende Moose und Flechten, welche auch fast ausschließlich mit sehr wenigen Blütenpflanzen) noch einzelne besonders begünstigte Stellen oberhalb der Schneegrenze bewohnen. Flechten finden sich noch auf dem schneefreien Gesteine auf dem Gipfel des Montblanc, und die Felder des ewigen Schnees sind mitunter durch die massenhafte Entwickelung einer Alge (*Chlamydococcus nivalis*) roth gefärbt.

§. 301. 4) **Zusammenleben der Pflanzen: Pflanzenformationen.** Unter Pflanzenformationen versteht man die häufig in sehr beständiger Weise wiederkehrenden Gruppirungen mehrerer, oft zahlreicher Arten, welche denselben Standort bewohnen. Das anschaulichste Beispiel einer solchen Formation bietet ein mit Unterholz versehener Wald, in dem die hohen Bäume, die in ihrem Schatten stehenden Sträucher, mehr oder minder großblätterige Kräuter und niedere Moose und Flechten nach Kerner's Ausdruck gleichsam vier über einander gelagerte Schichten darstellen. Derartige Gesellschaften sind so beständig, daß z. B. Buche und Waldmeister verhältnißmäßig selten von einander getrennt vorkommen. Am wichtigsten und beständigsten sind natürlich die Formationen des von der Hand des Menschen nicht oder wenig berührten Bodens, wie die der Wälder, Wiesen, Sümpfe, Moore, Gewässer, Gerölhalden, Felsen, des Meeresstrandes; indeß auch Aecker, Gärten, Weinberge, Wegeränder, Dorfstraßen ernähren so bestimmt wiederkehrende Pflanzengesellschaften, daß man diese wohl als künstliche Formationen bezeichnen könnte.

Literatur. Kerner, Das Pflanzenleben der Donauländer.

B. Specielle Charakteristik der einzelnen Oertlichkeiten.

I. Ebene.

(Mit Einschluß der Gebirgsregion des Weinbaues.)

1) Meeresküste (der Nord- und Ostsee) und Salinenflora.

§. 302. Die Nordküste Deutschlands wird nur an wenigen Stellen von felsigen Abstürzen gebildet (Helgoland, Rügen), die aber, mit Ausnahme des möglicher Weise spontanen Auftretens der *Brassica oleracea* L. auf ersterer Insel, so wenig wie die häufiger an der Ostsee auftretenden Steilabfälle der Tertiär- und Diluvialformation, eine eigenthümliche Vegetation besitzen. Dagegen besitzen das Meerwasser, der sandige Strand nebst den ihn in der Regel begleitenden Dünen, und die Salzwiesen der Küstenzone ihre charakteristische Vegetation.

a. Im Meere selbst und den ganz oder halbsalzigen (brackischen) Küstengewässern.

Eine wegen des meist sandigen und schlammigen Grundes beschränkte Anzahl größerer Algen (daher Helgoland mit seinen Felsenufern der reichste Fundort!). Am auffälligsten:

×Cladophora *glomerata* (L.). Ktz.
Ulva *lactuca* L.
— *linza* L.
×Enteromorpha *intestinalis* (L.) Lk.
×Chara *crinita* Wallr.
— *baltica* Fr.
×Nitella *glomerata* (Desv.) A. Br.
Ectocarpus *siliculosus* (Dillw.) Ag.
Chorda *filum* (L.) Lamx.
Laminaria *flexicaulis* Le Jolis.
— *Cloustoni* (Edm.) Le Jolis.
— *saccharina* (L.) Lmx. (Zuckertang.)
Fucus *vesiculosus* L. (Blasentang.)
— *serratus* L.
Ozothallia *nodosa* (L.) Rbh.

Halidrys *siliquōsa* (L.) Lyngb.
Ceramium *rubrum* (Huds.) Ag.
Furcellaria *fastigiāta* (Huds.) Lamx.
Chondrus *crispus* (L.) Lyngb. (Caragheen.)
Plocamium *coccinēum* (Huds.) Lyngb.
Delesseria *sanguinēa* (L.) Lamx.
— *alāta* (Huds.) Lamx.

§. 302.

von welchen übrigens nur wenige östlich von Rügen vorkommen. Von Phanerogamen finden sich:

*Najas *major* All.
Zostēra *marīna* L. (Seegras.)
Zostēra *nana* Roth.

Die letzteren beiden Arten (namentlich die erstere bestandbildend) sind die einzigen Phanerogamen unserer Flora, die im offenen Meere vorkommen (sie blühen wie die vorige und folgende Gattung unter Wasser). Im Mittelmeere (auch in der Adria) kommen hierzu noch *Cymodocēa nodōsa* (Ucria) Aschs. und *Posidonīa oceanīca* (L.) Del.; in den tropischen Meeren finden sich Arten der Gattungen *Cymodocēa*, *Halodūle* (*Najadacēae*) und *Halophīla*, *Enhālus*, *Thalassia* (*Hydrocharitacēae*), in den australischen Gewässern jenseit des südlichen Wendekreises noch einige *Zostēra*- und *Posidonīa*-Arten, an der Westküste Nordamerikas die Gattung *Phyllospādix* (2 Arten). Im ganzen sind bis jetzt 27 Meer-Phanerogamen (Seegräser) bekannt.

Zannichellia *palūstris* L. *var. *pedicellāta* (Fr.) und var. *polycārpa* (Nolte).
Ruppia *maritima* L. var. *spirālis* (Dumort.) und var. *rostellāta* M. u. K.).
Potamogēton *pectinātus* L.
Ranunculus *marīnus* Fr.

Die mit * bezeichneten Formen finden sich auch in salzhaltigen (oder, wie *Najas* auch in süßen) Gewässern des Binnenlandes. Bei der Numburg unweit Sondershausen fand Cohn in einem Salzwassergraben mit *Ruppia* auch eine Anzahl sonst nur aus dem Meere bekannter Bacillariaceen.

b. Auf Salzwiesen und Schlickgrund an der Küste. Küstenflora (Buchenau).

(Die mit * bezeichneten wachsen auch im Binnenlande meist auf Salzboden.)

*Juncus *Gerārdi* Loisl.
— *baltīcus* Wild. (In Amerika auch im Binnenl.; so bei uns nur Ostpreußen.)
— *maritīmus* Lmk. (Im Süden auch im Binnenlande.)
* — *bufonīus* L. var. *ranarīus* Perr. et Song.
Carex *extēnsa* Good.
*Scirpus *parvūlus* R. et S. (Ostsee.)
* — *Tabernaemontāni* Gmel.
* — *triquēter* L.
* — *pungens* Vahl.
* — *rufus* (Sm.) Schrad.
Agrōstis *alba* L. var. *maritīma* G. F. W. Mey.
*Festūca *distans* (L.) Kth.
— *thalassīca* Kth.
*Hordēum *secalīnum* Schreb.
— *maritīmum* With. (Nordsee; im Mittelmeergebiete ꝛc. auch im Binnenlande.)
Leptūrus *incurvātus* (L. fil.) Trin.
*Triglochin *maritīma* L.
*Salicornia *herbacēa* L. Krückfuß; Queller.
Kochia *hirsūta* (L.) Nolte.
Atriplex *laciniātum* L. (Auch Dünen!)
— *litorāle* L.
* — *hastātum* L. var. *triangulāre* Willd. (Rügen auch auf Feuersteinstrand!)
Obione *portulacoīdes* (L.) Moq. Tand. (Nordsee.)
* — *pedunculāta* (L.) Moq. Tand.
*Suaeda *maritīma* (L.) Dumort.
*Spergularia *salīna* Presl. (Lepigōnum *medium* Koch.)
* — *media* (L.) Gke. (Lepigōnum *marginātum* Koch.)
*Cochlearia *officinālis* L. Löffelkraut.
— *anglīca* L.
*Althaea *officinālis* L. Eibisch. (Ostsee.)
*Apium *graveōlens* L. Sellerie.
*Bupleurum *tenuissīmum* L.
*Oenanthe *Lachenalii* Gmel.
*Melilōtus *dentātus* (W. K.) Pers. (Ostsee.)
*Trifolium *fragiferum* L.
*Lotus *corniculātus* L. var. *tenuifolius* L.
*Tetragonolōbus *siliquōsus* (L.) Rth. (Ostsee selten.)
*Samōlus *Valerāndi* L.
*Glaux *maritīma* L.
Armeria *vulgāris* Hoffm. var. *maritīma* (Mill.) Petri. (Auch Dünen.)
*Statice *limonium* L.
*Euphrasia *litorālis* Fr.
*Plantāgo *maritīma* L.
* — *coronōpus* L.
*Aster *tripolium* L.
*Artemisia *maritīma* L.

c. Auf Sandstrand und Dünen. Sandstrandflora (Buchenau).

(Die mit * bezeichneten wachsen auch im Binnenlande.)

*Asparāgus *officinālis* L.
Juncus *atricapillus* Drej. (Nordsee.)
Carex *trinērvis* Degl. (Dünenthäler der Nordseeinseln.)
*Phleum *arenarium* L.
*Agrōstis *alba* L. var. *stolonifēra* E. Mey.
*Ammophila *arenaria* (L.) Lk. (An der Nordsee: Helm. Im Binnenlande wohl nur durch Anpflanzung verbreitet.)
— *baltīca* (Flügge) Lk. (A. *arenaria* ×Calamagrōstis *epigēa* (L.) Rth.)

Triticum *junceum* L.
— *acutum* DC.
— *pungens* Pers. (Nordsee.)
— *strictum* Deth. (T. *junceum* × Hordeum *arenarium* Aschs.)
*Hordeum *arenarium* (L.) Aschs. (Elymus *arenarius* L.). Blauer Helm, Strandhafer. (Rügen auch auf Feuersteinstrand! Im Binnenlande wohl nur durch Anpflanzung verbreitet.)
*Salix *daphnoides* Vill. (Alpen-, Sudetenflüsse.)
*Corispermum *intermedium* Schweigg. (Preußen.)
Atriplex *Babingtonii* Woods. (Ostsee.)
*Salsola *kali* L.
*Sagina *maritima* Don.
*Honckenya *peploides* (L.) Ehrh.
*Cerastium *tetrandrum* Curt. (Nordseeinseln.)
Cochlearia *danica* L. (Auch auf Wiesen.)
Cakile *maritima* Scop. (Rügen auch auf Feuersteinstrand!)
Crambe *maritima* L. (Ostsee.)
Eryngium *maritimum* L.
*Hippophäs *rhamnoides* L. (Auch steiniger Strand auf Rügen, Kiesbetten der Alpenflüsse.)
*Rosa *pimpinellifolia* L. (Nordseeinseln.)
Lathyrus *maritimus* (L.) Bigelow.
Convolvulus *Soldanella* L. (Borkum.)
Linaria *odora* (M. B.) Chav. (Von Köslin östlich, im Steppengebiet auch im Binnenlande.)
*Erythraea *linariaefolia* (Lmk.) Pers. (Im Binnenlande auf Wiesen!)
Tragopogon *floccosus* W. K. (Preußen, im Steppengebiete auch im Binnenlande.)
*Hieracium *umbellatum* L. var. *linarifolium* G. F. Mey.

d. Salzpflanzen, welche nicht an der Küste vorkommen (meist aus dem Steppengebiet stammend).

Carex *dioica* Huds. (Steiermark, Niederösterreich, Mähren.)
— *hordeistichos* Vill.
— *secalina* Wahlenbg. (Prov. Posen, Thüringen, Halle, Böhmen, Mähren, Niederösterreich.)
Cyperus *pannonicus* Jacq. (Marchfeld, in Ungarn häufig.)
Crypsis *aculeata* (L.) Ait. (Mähren, Niederösterreich, in Ungarn häufig.)
— *schoenoides* (L.) Lmk. (Desgl.)
— *alopecuroides* (Host.) Schrad. (W. v., verschleppt in Böhmen und der Rheinfläche.)
Capsella *procumbens* (L.) Fr. (Im Magdeburgischen, Thüringen, Freiburg in der Schweiz; im Mittelmeergebiet häufig.)
Plantago *tenuiflora* W. K. (Marchfeld; in Ungarn häufiger.)
Artemisia *rupestris* L. (Zwischen Staßfurt u. Bernburg; Artern, auch auf der Insel Oeland.)
— *laciniata* Willd. (Desgl.)
Achillea *asplenifolia* Vent. (Mähren.)
Scorzonera *parviflora* Jacq. (Böhmen, Mähren, Niederösterreich; in Ungarn häufig.)
Taraxacum *leptocephalum* Rchb. (Wie vorige, auch in der Auvergne.)
Lactuca *saligna* L.

Literatur. P. Magnus, Botanische Untersuchungen der Pommerania-Expedition 1871. Kiel 1873. — Derselbe, Die botanischen Ergebnisse der Nordseefahrt 1872. Berlin 1874. (Separatabdrücke aus den Jahresberichten der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.) — R. Caspary, Die Seealgen von Neukahren an der samländischen Küste. (Schriften der physikalisch-chemischen Gesellschaft.) Königsberg 1871. — Buchenau, Flora der Ostfriesischen Inseln. Norden und Norderney 1881. — P. Ascherson, Die Salzstellen der Mark Brandenburg. (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 11. Bd. 1859.)

2) Süßwasser.

a. In fließenden Gewässern.

§. 303.

Sparganium *simplex* Huds. var. *fluitans* Gren.
Potamogeton *fluitans* Roth.
— *spathulatus* Schrad. (Selten.)
— *alpinus* Balb. (*rufescens* Schrad.).
— *lucens* L.
— *decipiens* Nolte. (Selten.)
— *praelongus* Wulf.
— *perfoliatus* L.
— *compressus* L.
— *mucronatus* Schrad.
— *pectinatus* L.
Potamogeton *densus* L. (Quellgräben.)
Sagittaria *sagittifolia* L. (forma *vallisneriifolia* Coss. et Germ., ohne Pfeilblätter, nicht blühend.)
Montia *rivularis* Gmel. (Bäche, Quellgräben.)
Ranunculus *hederaceus* L. (Wie vorige; nordwestl. Gebiet.)
— *fluitans* Lmk.
Callitriche *stagnalis* Scop. (Bäche, Quellgräben.)
— *verna* L. (Desgl.)
Myriophyllum *spicatum* L.

b. In stehenden Gewässern.

α. Freischwimmend.

Zahlreiche Algenarten.
Riccia *fluitans* L.
— *natans* L.
Salvinia *natans* (L.) All.
Wolffia *arrhiza* Wimm. (*Lemna* L.). (Potsdam, Leipzig, Schlesien.)
Lemna *trisulca* L.

Lemna *minor* L.
— *gibba* L.
Spirodela *polyrrhiza* Schleich. (*Lemna* L.)
Aldrovandia *vesiculosa* L. (Westpreußen, Brandenburg, Oberschlesien, Bodensee-Gebiet, Etschland.)
Utricularia *vulgaris* L.
— *neglecta* Lehm.
— *intermedia* Hayne.
— *Bremii* Heer.
— *minor* L. (Auch Torfsümpfe.)

β. Wurzelnd, über Wasser blühend.

Sparganium *minimum* Fr.
Potamogeton *natans* L.
— *polygonifolius* Pourr.
— *plantagineus* Du Croz.
— *gramineus* L.
— *nitens* Web.
— *Zizii* M. et K.
— *crispus* L.
— *acutifolius* Lk.
— *obtusifolius* M. et K.
— *pusillus* L.
— *rutilus* Wolfg.
— *trichoides* Cham. et Schldt.
— *marinus* L. und die meisten sub a. angeführten Arten.
Scirpus *fluitans* L.
Hydrocharis *morsus ranae* L.
Stratiotes *aloides* L.
Hydrilla *verticillata* (L. fil.) Casp. (Stettin, Ostpreußen.)
Elodea *canadensis* Rich. et Michx. (Aus Nordamerika eingeschleppt.)
Elisma *natans* (L.) Buchenau (*Alisma* L.)
Polygonum *amphibium* L.
Ranunculus *aquatilis* L.
— *paucistamineus* Tausch und andere nahe verwandte Formen.
— *circinatus* Sibth.
Nymphaea *alba* L.
— *candida* Presl.
Nuphar *luteum* (L.) Sm.
— *pumilum* (Timm) Gmel.
Callitriche *verna* L.
— *stagnalis* Scop.
— *hamulata* Kütz.
Helosciadium *inundatum* (L.) Koch.
Trapa *natans* L.
Myriophyllum *verticillatum* L.
— *spicatum* L.
— *alterniflorum* DC.
Hippuris *vulgaris* L.
Hottonia *palustris* L.
Limnanthemum *nymphaeoides* (L.) Lk.
Lobelia *Dortmanna* L.

γ. Wurzelnd, stets untergetaucht.

Zahlreiche Algenarten, namentlich:
Chara *barbata* Meyen.
— *stelligera* Bauer.
— *coronata* Ziz. (Süddeutschland.)
— *scoparia* Bauer.
— *ceratophylla* Wallr.
— *foetida* A. Br.
— *hispida* L.
— *contraria* A. Br.
— *jubata* A. Br. (Seen in Norddeutschland.)
— *aspera* (Deth.) Willd.
— *fragilis* Desv.
Nitella *syncarpa* (Thuill.) A. Br.
— *capitata* (Nees) A. Br.
— *opaca* Ag.
— *flexilis* (L.) Ag.
Nitella *mucronata* A. Br.
— *gracilis* (Sm.) A. Br.
— *tenuissima* (Desv.) A. Br.
— *botrachosperma* (Rchb.) A. Br.
Isoëtes *lacustris* L.
— *echinospora* Durieu. (Holstein, Westpreußen.)
Najas *major* All.
— *minor* All.
— *flexilis* (Willd.) Rostk. et Schmidt. (Brandenburg, Pommern, West- und Ostpreußen.)
Zannichellia *palustris* L.
Ceratophyllum *demersum* L.
— *platyacanthum* Cham.
— *submersum* L.
Callitriche *autumnalis* L. (Norddeutschland.)

3) Ufer.

a. Schlammige und sandige Ufer.

Einige Algen, z. B.:
Botrydium *granulatum* (L.) Rbh.
Riccia *glauca* L.
— *crystallina* L.
Einige Laubmoose, besonders Phascaceen.
Marsilia *quadrifolia* L.
Pilularia *globulifera* L.
Juncus *bufonius* L.
— *tenageia* Ehrh.
— *capitatus* Weigel.
Carex *cyperoides* L.
— *flava* L. var. *Oederi* (Ehrh.)
Scirpus *ovatus* Retz.
— *acicularis* L.
— *setaceus* L.
— *supinus* L.
Cyperus *flavescens* L.
— *Michelianus* (L.) Lk. (Oestl. Gebiet.)
— *fuscus* L.
Coleanthus *subtilis* Seidl. (Böhmen, Mähren, Niederösterreich, Etschland.) §. 304.
Alopecurus *geniculatus* L.
— *fulvus* Sm.
Echinodorus *ranunculoides* (L.) Englm. (*Alisma* L.). (Nordwestl. Gebiet.)
Polygonum *lapathifolium* L.
— *persicaria* L.
— *hydropiper* L.
— *minus* Huds.
Rumex *maritimus* L.
Chenopodium *rubrum* L.
Corrigiola *litoralis* L.
Ranunculus *sceleratus* L.
— *flammula* L. mit var. *reptans* (L.)
Nasturtium *palustre* (L.) DC.
Subularia *aquatica* L. (Auch unter Wasser blühend.)
Elatine *triandra* Schk. (Desgl.)

§. 304. Elatine *hydropiper* L. (Tegl.)
— *hexándra* (Lapierre) DC. (Tegl.)
— *alsinástrum* L. (Tegl.)
Helosciadium *repens* (Jacq.) Koch.
Bulliárda *aquatica* (L.) DC. (Auch unter Wasser blühend.)
Lythrum *hyssopifolia* L.
Peplis *portula* L.
Potentilla *supina* L.
— *norvegica* L.
Samolus *Valerándi* L.
Myosótis *caespitósa* Schultz.
Veronica *scutellata* L.
Pyxidaria *procumbens* (Krock.) Aschs. et Kanitz (Lindernia *pyxidaria* All., *Vandellia* p. Maxim.).
Limosélla *aquatica* L.
Mentha *arvénsis* L.
Litorélla *uniflóra* (L.) Aschs. (= L. *lacustris* L.); unter Wasser vegetirt, aber nicht blühend.)
Gallum *palústre* L. var. *caespitósum* G. Mey.
Petasites *tomentósus* (Ehrh.) DC.
Bidens *tripartitus* L.
— *radiátus* Thuill. (Ostpreußen, Schlesien, Böhmen, Sachsen, Pfalz.)
— *cernuus* L.
Gnaphalium *uliginósum* L. mit var. *nanum* Hoffm.

b. Sumpfige Ufer.

(Zum Theil auch in Sümpfen ohne freies Wasser.)

Equisétum *heleocháris* Ehrh. (= *limósum* L.).
Juncus *obtusiflórus* Ehrh.
Iris *pseudacórus* L.
Typha *angustifolia* L. } Rohrkolbe.
— *latifolia* L. }
Sparganium *ramósum* Huds.
— *simplex* Huds.
Calla *palústris* L. (Besonders Norddeutschland.)
Acórus *calámus* L. Kalmus.
Carex *gracilis* Curt. (*acúta* auct.)
— *riparia* Curt.
— *acutiformis* Ehrh. (*paludósa* Good.).
— *filiformis* L. und andere Arten.
Scirpus *lacústris* L. Teichbinse.
— *Tabernaemontáni* Gmel.
— *Duvalli* Hoppe. (Selten.)
— *mucronátus* L. (Tegl.)
— *silvaticus* L.
— *radicans* Schk.
Cladium *mariscus* (L.) R. Br.
Oryza *clandestina* A. Br. (Leersia *oryzoides* Sw.)
Digráphis *arundinacea* (L.) Trin.
Arúndo *phragmites* L. Rohr.
Glyceria *aquatica* (L.) Wahlbg. (= *spectabilis* M. et K.)
— *fluitans* (L.) R. Br. Schwaden.
— *plicata* Fr. Tegl.
Catabrósa *aquatica* (L.) P. B.
Graphephórum *arundinaceum* (Liljbl.) Aschs. (Festuca *boreális* M. et K. Nur Norddeutschland.)
Alisma *plantago aquatica* L.
Sagittaria *sagittifolia* L.
Butómus *umbellátus* L.
Alnus *glutinósa* Gaertn. Rotherle.
— *incána* (L.) DC. Weißerle. (Viel seltener.)
Salix *cinérea* L. Wersts oder Sohlweide.
— *aurita* L. Tegl.
Polygónum *amphibium* L. f. *terréstre*. (Oefter auch auf ziemlich trockenem Boden.)
Rumex *hydrolapáthum* Huds.
— *aquaticus* L.
— *maximus* Schreb. (Selten.)
Rumex *domesticus* Hartm. (Selten.)
Ranunculus *lingua* L.
Nasturtium *amphibium* (L.) R. Br.
— *silvéstre* (L.) R. Br. nebst den Bastardformen.
— *armoracia* (L.) Fr. (*Cochlearia* L.) Meerrettich.
Hypericum *tetrapterum* Fr.
Frangula *alnus* Mill. (Rhamnus *frangula* L.). Faulbaum.
Cicúta *virósa* L. Wasserschierling.
Sium *latifolium* L.
Oenánthe *fistulósa* L.
— *aquatica* (L.) Lmk. (Phellandrium *aquaticum* L.). (Im Oderbruch „Rußzän", die Bestände: „Oderbräsche".)
Archangelica *sativa* (Mill.) Bess. (A. *officinális* Hoffm.) (Norddeutschland.)
Ribes *nigrum* L. Aalbeere.
Epilobium *hirsútum* L.
— *parviflórum* (Schreb.) With.
Lythrum *salicaria* L.
Ulmaria *pentapetála* Gil. (Spiraea *ulm.* L.).
Lysimachia *vulgáris* L.
— *thyrsiflóra* L. (Besonders Norddeutschland.)
Calycostegia *sepium* (L.) R. Br. (*Convólvulus* L.) Große Winde.
Symphytum *officinále* L.
Myosótis *palústris* (L.) With. Vergißmeinnicht.
Solánum *dulcamára* L. Bittersüß.
Mentha *aquatica* L.
Lycópus *europaeus* L.
Scutellaria *galericulata* L.
Stachys *palústris* L.
Menyanthes *trifoliata* L. Fieberklee.
Gallum *palústre* L.
Viburnum *opúlus* L. Schneeball.
Valeriána *officinális* L.
Eupatorium *cannabinum* L.
Senecio *paludósus* L.
Sonchus *arvénsis* L.
— *palúster* L.

c. An Quellen, Bächen und fließenden Gräben, besonders charakteristisch:

Equisétum *maximum* Lmk. (E. *telmateia* Ehrh.)
Carex *remóta* L.
Glyceria *nemorális* Uechtr. et Keke. (Nordöstliches Gebiet.)
— *plicata* Fr.
Catabrósa *aquatica* (L.) P. B.
Nasturtium *officinále* R. Br.
Cardamine *amára* L.
Berula *angustifolia* (L.) Koch.
Chrysosplenium *alternifolium* L.
— *oppositifolium* L.

Epilobium *hirsutum* L.
— *parviflorum* (Schreb.) With.
— *roseum* (Schreb.) Retz.
— *obscurum* (Schreb.) Rchb.
Veronica *becabunga* L.
Mentha *silvestris* L.
Valeriana *sambucifolia* Mik.

d. Auf Kiesbetten der Alpen- (und Karpaten-) Flüsse besonders charakteristisch, dieselben oft bis weit in die Ebene (Rheinfläche, Oberbaiern) begleitend.

Typha *minima* Funck (Hoppe).
Calamagrostis *pseudophragmites* (Hall. fil.) Koch (C. *litorea* DC.)
Alnus *incana* (L.) DC.
Salix *daphnoides* Vill.
— *incana* Schrk.
— *purpurea* L.
Myricaria *germanica* (L.) Desv.
Epilobium *rosmarinifolium* Haenke (E. *Dodonaei* Vill.)
Hippophaës *rhamnoides* L.
Chondrilla *prenanthoides* (Scop.) Vill.
Hieracium *staticefolium* Vill. (Auch auf „Muhren", Geröllhalden der Alpen selbst.)

Ueber andere herabgeflößte Alpenpflanzen vergl. §. 312—314.

e. An den Ufern der größeren Flüsse Norddeutschlands und in den größeren Niederungen (Alluvialflora).

Fritillaria *meleagris* L.
Allium *acutangulum* Schrad.
— *schoenoprasum* L. Schnittlauch. (Rhein, Elbe.)
Juncus *atratus* Krock. (Südöstliches Gebiet.)
Iris *sibirica* L.
Gladiolus *palustor* Gaud. Selten.
Carex *Buekii* Wimm. (Mittleres Elb- und Obergebiet.)
— *nutans* Host. (Elbe.)
Hierochloa *odorata* (L.) Wahlenb. (Oestliches Gebiet.)
Graphephorum *arundinaceum* (Liljdl.) Aschs.
Salix *triandra* L.
— *viminalis* L. Eldweide.
Rumex *uncranicus* Bess. (Weichsel.)
Atriplex *nitens* Schk. (Oestliches Gebiet.)
— *oblongifolium* W. K. (A. *tataricum* Koch.) (Oestliches Gebiet.)
Saponaria *officinalis* L. Seifenkraut.
Cucubalus *baccifer* L.
Silene *tatarica* (L.) Pers. (Von der Oder an ostwärts.)
Cerastium *anomalum* W. K. (Böhmen, Schlesien.)
Nasturtium *austriacum* Crtz. (Von der Elbe an ostwärts.)
— *pyrenaicum* (L.) R. Br. (Elbe.)
Barbarea *stricta* Andrz.
Cardamine *parviflora* L.
Erysimum *hieraciifolium* L.
Viola *stagnina* Kit.
— *pratensis* M. et K.
— *elatior* Fr.
Euphorbia *palustris* L.
— *lucida* W. K. (Oestliches Gebiet.)
Eryngium *planum* L. (Desgl.)
Oenanthe *peucedanifolia* Poll. (Rheingebiet.)
Cenolophium *Fischeri* Koch. (Memel.)
Cnidium *venosum* Koch.
Ostericum *palustre* Bess. (Oestliches Gebiet.)
Archangelica *sativa* (Mill.) Bess.
Peucedanum *officinale* L. (Rhein- u. Elbgebiet.)
— *Chabraei* (Jacq.) Rchb. (Rheingebiet.)
Oenothera *muricata* L. (Aus Nordamerika, eingebürgert.)
Lathyrus *palustor* L.
Cuscuta *lupuliformis* Krock. (Oestliches Gebiet.)
Veronica *longifolia* L.
Mentha *pulegium* L. (Oestlich bis zur Oder.)
Lycopus *exaltatus* L. fil. (Rhein, Elbe.)
Scutellaria *hastifolia* L.
Chaiturus *marrubiastrum* (L.) Rchb.
Teucrium *scordium* L. Schurjan (so im Havellande genannt).
Chlora *perfoliata* L. (Rhein.)
— *serotina* Koch. (Desgl.)
Dipsacus *laciniatus* L.
Petasites *tomentosus* (Ehrh.) DC. (Elbe und weiter östlich.)
Aster *salicifolius* Scholler. (Eldgebiet und weiter westlich.)
— *frutetorum* Wimm. (Obergebiet.)
— *parviflorus* Nees. (Elbe ꝛc.; alle drei stammen jedenfalls von nordamerikanischen Formen ab.)
Pulicaria *dysenterica* (L.) Gaertn. (Fehlt im östlichsten Gebiet).
Xanthium *italicum* Mor. var. *riparium* Lasch. (Elbe, Oder, Weichsel; stammt wohl ebenfalls aus Nordamerika.)
Achillea *cartilaginea* Ledebour. (Posen, Preußen.)
Artemisia *scoparia* W. K. (Weichsel; auch im südöstlichen Gebiet, dort meist nicht an Flüssen; vergl. S. 742, §. 307.)
Senecio *erraticus* Bertol.
— *aquaticus* Huds.
— *fluviatilis* Wallr. (S. *sarracenicus* Koch.)

4) Moor.

(In Norddeutschland Bruch, Fenn und Luch, in Süddeutschland Moos, Filz, in Südwestdeutschland Ried).

§. 305. Der **Torf** ist das noch gegenwärtig sich fortbildende Produkt einer eingenthümlichen Vegetationsform, welche die neuere Pflanzengeographie mit dem allgemeinen Ausdrucke Moor bezeichnet, welche sich auf versumpftem Boden mit undurchlässigem

§. 305. Untergrunde (seltener durch Infiltration auf durchlässigem Grunde) entwickelt. Wo in einem Moore der jährliche Zuwachs der Vegetation größer ist, als die vollständige Verwesung des Neugebildeten, und wo zugleich eine anderweitige Entfernung des letztern durch Menschenhände oder durch Naturkräfte nicht erfolgt, da bleibt eine größere oder geringere Menge, bald mehr, bald minder zersetzter, vegetabilischer und daher brennbarer Substanz als Torf zurück und das Moor wird zu einem Torfmoore. Die Torffrage ist deshalb auch Sache des Pflanzengeographen, wie denn auch die Emsmoore durch Grisebach, die übrigen Hochmoore Norddeutschlands durch C. Sprengel und Lantzius-Beninga, die Torfmoore des Jura durch Lesquereux, die baierischen durch Schrank und Sendtner, die Moore Salzburgs durch Lorenz, die österreichischen durch Pokorny genauer untersucht sind.

Die von der tiefsten, noch unter dem Meeresspiegel liegenden Ebene bis fast auf die höchsten Gebirge (in Oberbaiern bis 1787 m [5500′] hoch) sich findenden größeren und kleineren Torfmoore zeigen überall eine charakteristisch übereinstimmende Flora, welche zum Theil die wesentlichen Bestandtheile der Moore selbst bildet und durch deren absterbende Ueberreste die Torfmoore noch heute fortwachsen und sich erhöhen. Manche dieser Moore sind jung und bilden sich noch jetzt, andere bestehen schon seit vielen Jahrhunderten. Schon zur Zeit des Plinius formten die Chauken, welche zwischen Ems und Elbe wohnten, mit den Händen den Schlamm ihrer Sümpfe, trockneten ihn an der Luft, kochten damit ihre Speisen und erwärmten damit ihren Körper, weil sie keine Wälder und also auch kein Holz hatten. Im Bourtanger Moore hat man nicht nur einen bis 1 m (2—3′) hoch von Torf überwachsenen, über 2 Stunden langen Holzdamm, sondern auch animalische Substanzen, ja einmal sogar noch eine Leiche mit Kleidern gefunden, weil das Torfwasser vor Fäulniß schützt.

Die Hochmoore sind durch ihr stärkeres Wachsthum in der Mitte gewölbt, mitunter so daß sich durch diese hügelförmige Erhebung am Rande liegende Ortschaften nach und nach von der entgegengesetzten Seite dem Auge verbergen. Am ausgedehntesten sind in Deutschland die Torfmoore im nördlichen Gebiete, vom äußersten Westen bis zum fernsten Osten. In Hannover hat das Aremberg'sche Moor einen Flächenraum von 28 QMeilen und das Bourtanger Moor 25 QMeilen. Die Moore nehmen von der Grafschaft Bentheim die Hälfte, von Ostfriesland und Bremen $^1/_4$ und von der ganzen Provinz Hannover $^1/_6$ des Flächenraumes, also 120—130 QMeilen ein; sehr ansehnlich sind auch die großen Moore in der Mark Brandenburg (Gr. Havelländische und Rhinluch), Pommern (Lebamoor), Ostpreußen (Moosbruch am Kurischen Haff), in Oberschwaben und Oberbaiern (Donau-, Dachauer, Erdinger Moos).

Als wichtiges Brennmaterial unterscheidet man: **a. Moostorf, b. Heidtorf, c. Wiesentorf,** je nachdem derselbe mehr oder weniger verrottete, vegetabilische Substanzen, mehr oder weniger unzersetzte Pflanzentheile eingeschlossen enthält. Je schwerer, harzreicher und formloser der Torf ist, desto größer ist auch sein Brennwerth. Die Heizkraft des leichten und hellgefärbten Moostorfs ist unbedeutend, da er meist aus noch unverwesenen Ueberresten mehrerer Sumpfmoose (Sphagnum) besteht; Gärtner lassen Samen darin keimen, und Entomologen füttern Insektenkasten damit aus, um die Nadeln fest zu stecken. Am meisten Einschlüsse hat der Wiesentorf, am wenigsten der Heidtorf, der dabei viel Harz enthält und sich deshalb zum Brennen besonders eignet. Man unterscheidet nach den physikalisch-chemischen Verhältnissen und der Vegetation:

a. **Hochmoore** (Fenne, Filze), so genannt wegen der sanften Wölbung in der Mitte des Moors, wo die Torfbildung am ältesten ist, das ihnen zufließende Wasser ist kalkfrei. Durch das von den schwammigen Torfmoosen gehobene, sich am Rande ansammelnde Moorwasser dehnt sich die Versumpfung immer mehr aus.

b. **Wiesenmoore** (Grünlandsmoore, Möser), deren Vegetationsdecke, vorherrschend von Gramineen und Cyperaceen gebildet, dem grünen Teppich der Wiesen gleicht. Die Wiesenmoore sind stets von kalkreichem Wasser durchtränkt.

Die Erlenbrücher sind eine namentlich für das nordöstliche Deutschland (und §. 305.
weit über dessen Grenzen hinaus) charakteristische Formation, Moore von dichtgestellter Baum- und Strauchvegetation, unter denen die Erle und häufig auch die Birke vorherrschen, überschattet, die krautartige Vegetation, welche an den durch die eigenthümliche Verjüngung der Erlen durch Stockausschlag entstehenden Hügeln („Stubben") sich eine ganz besondere Standörtlichkeit bietet, ist ein eigenthümliches Gemisch von Laubwald- und Wiesenmoorflora, geht aber mitunter auch, entsprechend der Zusammensetzung des Wassers, in die des Hochmoors über. Am bekanntesten unter den größeren Erlenbrüchern sind der Spreewald zwischen Lübben und Kottbus und die Lewitz in Mecklenburg.

Unter den 3—400 Arten der Moorflora[1] sind besonders charakteristisch für:

Hochmoor.	Wiesenmoor.
Sphagnum *acutifolium* Ehrh.	
Sphagnum *cymbifolium* Ehrh. — *subsecundum* Nees. — *molluscum* Brnch. — *cuspidatum* Ehrh. Meesia *longiseta* Hedw.	
Aulacomnium *palustre* (L.) Schwägr.	
Polytrichum *gracile* Menz. — *juniperinum* Hedw.	Hypnum *cuspidatum* L. — *scorpioides* L.
Camptothecium *nitens* (Schreb.) Br. et Schpr.	
Equisetum *palustre* L. — *heleocharis* Ehrh.	
Lycopodium *inundatum* L.	
Aspidium *Thelypteris* (L.) Sw.	
Pinus *montana* Mill. (Nur Ober-Lausitz, Schlesien und südl. der Donau, Filzkoppe; vergl. auch S. 744, §. 310 sowie §§. 313 u. 314.) Narthecium *ossifragum* (L.) Huds. (Nur Nordwestdeutschland.)	Allium *suaveolens* Jacq. (Nur Süddeutschland.)
Juncus *filiformis* L. — *supinus* Mnch.	
Juncus *squarrosus* L. Calla *palustris* L.	Juncus *communis* E. Mey. — *obtusiflorus* Ehrh. — *acutiflorus* Ehrh.
Carex *dioeca* L. — *microglochin* Wahlenb. (Nur südl. der Donau.) — *diandra* Schrk. (C. *teretiuscula* Good.). — *paradoxa* Willd. — *paniculata* L. — *echinata* Murr. (C. *stellulata* Good.). — *heleonastes* Ehrh. (Selten, besonders südl. der Donau.) — *canescens* L. — *stricta* Good. — *Goodenoughii* Gay. (C. *vulgaris* Fr.). — *panicea* L. — *fulva* Good. (C. *Hornschuchiana* Hoppe.) — *pseudocyperus* L. — *rostrata* With. (C. *ampullacea* Good.). — *vesicaria* L. — *acuiformis* Ehrh. — *filiformis* L.	
Carex *pauciflora* Lightf. — *chordorrhiza* Ehrh. — *limosa* L.	Carex *Davalliana* Sm. (Fehlt fast ganz in Norddeutschland.) — *pulicaris* L. — *capillata* L. — *vulpina* L. — *Buxbaumii* Wahlenb. — *distans* L. — *flava* L.
Schoenus *ferrugineus* L.	
Rhynchospora *alba* (L.) Vahl.	Schoenus *nigricans* L.
Rhynchospora *fusca* (L.) R. et S.	
Scirpus *caespitosus* L.	

1) Nachfolgendem Verzeichniß sind die Listen von Sendtner zu Grunde gelegt.

§. 305.

Hochmoor.	Wiesenmoor.
Scirpus *multicaulis* Sm.	Scirpus *silvaticus* L.
Eriophorum *vaginatum* L.	
— *gracile* Koch.	
Eriophorum *alpinum* L.	
— *angustifolium* Roth.	
— *latifolium* Hoppe.	
Nardus *stricta* L.	
Alopecurus *fulvus* Sm.	
— *geniculatus* L.	
	Agrostis *canina* L.
Calamagrostis *lanceolata* Rth.	
— *neglecta* (Ehrh.) Fr.	
Aira *discolor* Thuill. (Nordwestgebiet.)	Aira *caespitosa* L.
Arundo *phragmites* L.	
Molinia *coerulea* (L.) Mnch.	
Orchis *incarnata* (L.)	
Malaxis *paludosa* (L.) Sw.	Orchis *palustris* Jacq.
Epipactis *palustris* (L.) Crtz.	
Liparis *Loeselii* (L.) Rich.	
Scheuchzeria *palustris* L.	
Alnus *glutinosa* Gaertn.	
Betula *pubescens* Ehrh.	
— *humilis* Schrk.	
Betula *nana* L. (Südlich der Donau, in Preußen selten; außerdem auf den Mittelgebirgen und Alpen.)	
Myrica *gale* L. (Nur Norddeutschland.)	
Salix *pentandra* L.	
— *cinerea* L.	
— *aurita* L.	
— *nigricans* Sm.	
— *repens* L.	
Salix *repens* L. var. *rosmarinifolia* L.	
— *myrtilloides* L.	
Alsine *stricta* (Sw.) Wahlenb. (Nur südlich der Donau.)	Dianthus *superbus* L.
Sagina *nodosa* (L.)	
Stellularia *crassifolia* Ehrh. (Nur Norddeutschland.)	
Ranunculus *flammula* L.	
Caltha *palustris* L.	
Drosera *rotundifolia* L.	
— *anglica* Huds.	
Drosera *intermedia* Hayne.	
Elodes *palustris* Spach. (Hypericum *E.* L.) (Nordwestliches Gebiet.)	
Polygala *amara* L. var. *austriaca* (Crtz.).	
Frangula *alnus* Mill.	
Empetrum *nigrum* L. (Fehlt auf den süddeutschen Mooren; im nördlichen Deutschland auch in sandigen Wäldern; außerdem auf Mittelgebirgen und Alpen.)	
Hydrocotyle *vulgaris* L.	
Cicuta *virosa* L.	
Peucedanum *palustre* (L.) Mnch.	
Cornus *suecica* L. (Nur Norddeutschland.)	
Sedum *villosum* L.	
Saxifraga *hirculus* L.	
Parnassia *palustris* L.	
Epilobium *palustre* L.	
Rubus *chamaemorus* L. (Pommern, Preußen.)	
Comarum *palustre* L.	
Vaccinium *uliginosum* L. (Seltener auf trockenem Boden.)	Lotus *uliginosus* Schk.
— *oxycoccos* L. Moosbeere.	
Andromeda *polifolia* L.	
— *calyculata* L. (Ostpreußen.)	
Calluna *vulgaris* (L.) Salisb. Heidekraut. (Auch auf trockenem Boden gemein.)	

Hochmoor.	Wiesenmoor.
Erica *tetrālix* L. Glockenheide. (Nur Norddeutschland bis Niederschlesien.)	—
Ledum *palūstre* L. Porst. (Nordöstliches Gebiet, sonst sehr selten.)	—
—	Anagāllis *tenēlla* L. (Westliches Gebiet.)
—	Primula *farinōsa* L. (Bes. Norddeutschland u. südl. der Donau.)
—	Gratiōla *officinālis* L.
—	Lysimachia *thyrsiflōra* L.
—	Veronica *scutellāta* L.
—	Pediculāris *palūstris* L.
—	— *silvatica* L.
—	— *sceptrum Carolīnum* L. (Fehlt in Mitteldeutschland.)
—	Pinguicula *vulgāris* L.
—	Menyanthes *trifoliāta* L.
—	Swertia *perēnis* L. (Auch im Hochgebirge.)
Wahlenbergia *hederacea* (L.) Rchb. (Westliches Gebiet.)	Gentiāna *pneumonānthe* L.
—	Gallum *palūstre* L.
—	— *uliginōsum* L.
—	Senecio *palūster* (L.) DC. (Cineraria *palūstris* L. Auf Torfaufwurf. Standortstelegraph!)
—	Taraxācum *vulgāre* (Lmk.) Schrk. var. *palūstre* (DC.).

Flora der Erlenbrücher.

Aspidium *Thelypteris* (L.) Sw.	Frangula *alnus* Mill.
— *spinulōsum* (Retz.) Sw.	Hydrocotyle *vulgāris* L.
Phegopteris *Dryopteris* (L.) Fée.	Peucedānum *palūstre* (L.) Mnch.
— *polypodioides* Fée. (*Polypodium* P. L.)	Circaea *alpīna* L. (An Stubben).
Lycopodium *selāgo* L. (An Stubben).	Lythrum *salicaria* L.
Leucojum *vernum* L.	Geum *rivāle* L.
Calla *palūstris* L.	— *urbānum* L.
Carex *echināta* Murr.	Rubus. Mehrere Formen.
— *elongāta* L.	Ulmaria *pentapetāla* Gil.
— *canēscens* L.	Lysimachia *vulgāris* L.
Calamagrostis *lanceolāta* Rth.	Symphytum *officināle* L.
Alnus *glutinōsa* Gaertn.	Lathraea *squamaria* L.
Salix *aurīta* L.	Menyanthes *trifoliāta* L.
Malachium *aquaticum* (L.) Fr.	Gallum *palūstre* L.
Anemone *nemorōsa* L.	Lonicera *periclymēnum* L.
Ranunculus *auricōmus* L.	Viburnum *opūlus* L.
Caltha *palūstris* L. Kuh- oder Dotterblume.	Valeriana *officinālis* L.
Viola *palūstris* L.	Crepis *paludōsa* (L.) Mnch.
Oxalis *acetosella* L. Sauerklee. (An Stubben.)	

Literatur: A. Grisebach, Ueber die Bildung des Torfs in den Emsmooren aus deren unveränderter Pflanzendecke. Göttingen 1846. — Lesquereux, Untersuchungen über die Torfmoore, herausgegeben von Lengerke. Berlin 1847. — Lanzius-Beninga, Beiträge zur Kenntniß der Flora Ostfrieslands. Göttingen 1849. — O. Sendtner, Vegetations-Verhältnisse Südbayerns. München 1854. S. 612—720.

5) Wiese.

Charakterpflanzen (vergl. auch manche der unter 3) b., sumpfige Ufer und 4) Moore erwähnte Arten).

× Geschätzte Futterpflanzen. — † Unerwünschte oder schädliche Pflanzen (Wiesenunkräuter). ‡ t. auf trocknen, u. auf nassen Wiesen.

Im allgemeinen verstehen wir unter **Unkraut** alle Pflanzen, welche gegen den §. 306.
Willen des Menschen auf von diesem benutztem Boden wachsen, meist auf solchem, auf dem Nutzpflanzen von selbst wachsen oder kultivirt werden, wo sie also den Ertrag schmälern. Es können also an sich nützliche Pflanzen, wie Kamillen, ja sogar Kulturpflanzen, wenn sie dem Anbau anderer Pflanzen hinderlich sind, als Unkräuter auftreten, wie es andererseits kein Unkraut giebt, welches nicht für einen bestimmten Zweck oder an einer bestimmten Stelle nützen könnte, also absolut schädlich wäre.

Diejenigen Unkräuter, welche den Kulturpflanzen, besonders den keimenden, Luft, Wasser und Licht rauben, heißen verdämmende (wie z. B. Disteln). Verdämmung ist der gewöhnlichste Fall der Schädlichkeit, deren Grad abhängt

§. 306. 1) von der größern oder geringern Menge des Samens;
2) von der Leichtigkeit der Verbreitung des Samens (wie z. B. bei den Compoſiten, deren Früchte Haarkronen haben);
3) von der Ausdauer der Wurzel und deren Verzweigung unter dem Boden.

Einjährige Unkräuter ſind meiſt leichter zu vertilgen als zweijährige und dieſe leichter als ausdauernde mit kriechendem Wurzelſtocke (z. B. Quecken). Schmarotzende (§. 240.) Unkräuter ziehen ihre Nahrung aus andern Pflanzen, verſperrende machen die Stellen, wo ſie wachſen, unwegſam (z. B. Brom- und Himbeeren), verſumpfende befördern an ihrem Standorte die Näſſe und dehnen ſie weiter aus (z. B. Riedgräſer, Sumpf- und andere Mooſe, ſ. oben S. 734). Erdrückende Unkräuter drücken andere Pflanzen zu Boden durch ihre Schwere oder Kletterkraft, z. B. die Heckenwinde (*Convolvulus sepium*), Teufelszwirn (*Clematis vitalba*), Kleberich (*Galium aparine*) und ſelbſt der Weinſtock.

Literatur: Rabenhorſt, Die Standortsgewächſe und Unkräuter Deutſchlands und der Schweiz. Berlin 1859. — A. Gray, Weeds Amer. Journ. of Science and Arts XVII. 1879. Gardener's Chron. 1879.

†Mooſe, namentlich Hypnum-Arten H. *squarrosum* L., H. *purum* L., H. *Schreberi* Willd. ꝛc. Climacium *dendroides* (L.) Web. et Mohr.
†Equisetum *palustre* L. Duwock, Katzenſteert. Dem Vieh ſchädlich.
Ophioglossum *vulgatum* L.
Fritillaria *meleagris* L. ſelten.
†Allium *acutangulum* Schrad. Giebt der Milch einen unangenehmen Geſchmack.
† — *schoenoprasum* L. Desgl.
†Colchicum *autumnale* L. Zeitloſe. Giftig. In Norddeutſchland ſelten.
Tofieldia *calyculata* (L.) Wahlenb.
†Juncus *lamprocarpus* Ehrh.
† — *atratus* Krock.
Iris *sibirica* L. t.
† — *pseudacorus* L. n.
Gladiolus *palustor* Gaud.
†Carex *distícha* Huds. n.
✱ — *vulpina* L.
† — *muricata* L. t.
† — *caespitosa* L.
† — *tomentosa* L.
† — *flacca* Schreb. (C. *glauca* Scop.)
† — *pallescens* L.
Scirpus *palustor* L.
— *maritimus* L.
— *comprèssus* (L.) Pers.
✱Anthoxanthum *odorātum* L. Ruchgras, giebt dem Heu den angenehmen (Coumarin-) Geruch.
✱Hierochlòa *odorāta* (L.) Wahlb. Mariengras, desgl.
✱Phleum *pratense* L. t. Timothygras.
✱Alopecurus *pratensis* L. n. Wieſen-Fuchsſchwanz.
✱Agrostis *vulgaris* With. Fioringras.
✱ — *alba* L. Desgl.
✱Holcus *lanatus* L. Honiggras.
✱Avena *elatior* L. (Arrhenathèrum *elatius* P. B.) Franzöſiſches Raygras, Glatthafer.
✱ — *pubèscens* L. Wieſenhafer.
✱Trisetum *flavèscens* (L.) P. B. (Avena *flavèscens* L.) Goldhafer.
Koeleria *cristāta* (L.) Pers. t.
✱Briza *media* L. Zittergras.
✱Dactylis *glomerāta* L. Knäuelgras.
✱Poa *palustris* L. (P. *fertilis* Host.) Rispengras.
✱ — *comprèssa* L.
✱ — *trivialis* L.
✱ — *pratensis* L.
✱Festuca *elatior* L.
— *arundinacea* Schreb.
✱Cynosurus *cristātus* L. Kammgras.
✱Bromus *racemòsus* L. Wieſentreſpe.
✱Hordeum *secalinum* Schreb. (Norddeutſchland ſelten.)
✱Lolium *perènne* L. Engliſches Raygras.
✱Festuca *elatior* ×Lolium *perènne* (*F. loliacea* Curt.)
Orchis *militāris* L. t.
— *coriophòra* L.
— *morio* L. t.
— *mascula* L.
— *sambucina* L. t.
† — *latifolia* L.
† — *maculāta* L.
Gymnadenia *conopea* (L.) R. Br.
Platanthera *virìdis* (L.) Lindl.
Herminium *monorchis* (L.) R. Br.
Helleborine *spirālis* (L.) Bernh. (Spiranthes *autumnālis* Rich.) t.
Triglochin *palustris* L. n.
✱ — *maritima* L.
†Salix *repens* L.
✱Polygonum *bistorta* L. n. Natterwurz.
Rumex *acetòsa* L. Sauerampfer.
†Stellaria *glauca* With. n.
— *graminea* L.
— *uliginòsa* Murr. n.
Cerastium *caespitòsum* Gil. (*triviāle* Lk.)
— *arvènse* L. t.
†Coronaria *flos cuculi* (L.) A. Br. (*Lychnis* L.)
†Ranunculus *acer* L. n.
† — *repens* L.
† — *bulbòsus* L. t.
Trollius *europaèus* L.
Barbarea *lyrāta* (Gil.) Aschs. (B. *vulgāris* R. Br.).
Arabis *Gerardi* (Bess.) Koch.
— *hirsūta* (L.) Scop.
— *arenòsa* (L.) Scop. (Nordoſtdeutſchland; ſonſt an Felſen.)
Cardamine *pratensis* L. n.
†Hypericum *perforātum* L. Hartheu, Johanniskraut. t.
Geranium *palustre* L. n.
— *pratense* L. t. (Norddeutſchland ſelten.)
Polygala *vulgāris* L. t.
— *comòsa* Schk. t.
Carum *carvi* L. Kümmel.
Pimpinella *magna* L.
Cnidium *venòsum* Koch. (Beſonders Norddeutſchland.)
Silaus *pratensis* (Lk) Bess. (Norddeutſchland ſelten.)
Selinum *carvifolia* L.
Ostericum *palustre* Bess. (Nordoſtgebiet.)
†Angelica *silvèstris* L.
Peucedanum *officināle* L. (Nur ſtellenweiſe.)
†Pastinaca *sativa* L. Paſtinak.

†Heraclēum *sphondylium* L. Bärenklau.
— *sibiricum* L. Desgl.
†Daucus *carōta* L. Mohrrübe. t.
Potentilla *anserina* L.
— *reptans* L.
*Alchemilla *vulgāris* L. Frauenmantel.
Sanguisorba *officinālis* L. Wiesenknopf.
†Genista *tinctoria* L. Färberginster.
†Onōnis *spinōsa* L. t. Haubechel, Mägdekrieg.
† — *repens* L. t. Desgl.
*Medicāgo *lupulina* L.
*Trifolium *pratēnse* L. Rother Klee.
* — *fragiferum* L.
* — *repens* L. Weißer Klee.
* — *hybridum* L. Schwedischer Klee.
* — *agrarium* L. (T. *aurēum* Poll.)
* — *procumbens* L. (T. *agrarium* Poll.) t.
* — *minus* Sm. (T. *procumbens* Poll., *filiformis* Koch syn.). t.
*Lotus *corniculātus* L.
*Vicia *cracca* L. t.
— *tetraspērma* (L.) Mnch. t.
*Lathyrus *pratēnsis* L.
* — *palūster* L.
Lysimachia *nummularia* L.
†Armeria *elongāta* (Hoffm.) Boiss. (A. *vulgāris* W.) t. Grasnelke.
Polemonium *coeruleum* L. (Ebene nur nordöstlich.)
Veronica *longifolia* L.
†Euphrasia *odontites* L.
— *officinālis* L. Augentrost.
†Alectorolophus *major* (Ehrh.) Rehb. Klapper, Klappertopf.
† — *minor* (Ehrh.) Wimm. et Grab. Desgl.
Mentha *arvēnsis* L. Minze.
— *pulegium* L.
†Salvia *pratēnsis* L. (In Norddeutschland nicht auf Wiesen.)
Brunella *vulgāris* L.
Ajuga *reptans* L.
Teucrium *scordium* L. Schurfan.
†Plantago *major* L. Wegebreit, Wegeblatt.
† — *media* L. Desgl.
† — *lanceolāta* Desgl.
Gentiana *verna* L. (Selten.)
— *amarella* L. (Bes. Norddeutschland.)
— *campēstris* L.
Erythraea *centaurium* (L.) Pers. Tausendgüldenkraut.
— *pulchella* (Sw.) Fr.
Campanula *patula* L.
Phyteuma *orbiculāre* L.
Galium *boreāle* L.
— *mollūgo* L.
† — *verum* L. t.
— *Wirtgēni* F. Schultz.
†Valeriana *dioēca* L. n.
— *polygama* Bess. (V. *simplicifolia* Kabath.) (Nur im östlichen Gebiet.)
†Knautia *arvēnsis* (L.) Coult.
†Succisa *praemōrsa* (Gil.) Aschs. (S. *pratēnsis* M. et K.). Teufelsabbiß.
Scabiosa *columbaria* L. t.
†Bellis *perēnnis* L. Gänseblume.
Inula *britannica* L.
Achillea *ptarmica* L.
— *cartilaginea* Ledeb. (Preußen, Posen.)
† — *millefolium* L. Schafgarbe. t.
Chrysanthemum *leucanthemum* L.
Arnica *montāna* L. Wolverlei.
Senecio *erucaefolius* L.
— *Jacobaea* L. t.
— *aquaticus* Huds. n.
— *crvat.eus* Bertol.
†Centaurea *jacea* L. t.
Serratula *tinctoria* L. Scharte. t.
Cirsium *oleraceum* (L.) Scop. n.
— *acaule* (L.) All. t.
— *canum* M. B.
— *rivulāre* (Jacq.) Lk.
— *bulbōsum* (Lmk.) DC.
— *anglicum* (Lmk.) DC. (Nur an der Westgrenze.)
— *palūstre* (L.) Scop. n.
Thrincia *hirta* Rth. (Fehlt im östl. Gebiet.)
Leontodon *autumnālis* L. t.
— *hispidus* L.
Picris *hieracioides* L.
Tragopōgon *pratēnsis* L.
Scorzonēra *humilis* L. t.
Hypochoēris *radicāta* L.
Taraxācum *vulgāre* (Lmk.) Schrk. Löwenzahn, Butterblume.
Crepis *virens* Vill.
— *mollis* (Jacq.) Aschs. (C. *succisifolia* Tausch.)
— *paludōsa* (L.) Mnch. n.
Hieracium *stolonifłorum* W. K. (Oestliches Gebiet.)
— *auricūla* L.
— *praeāltum* Vill. t.
— *floribūndum* W. Grab. (Oestl. Gebiet.)
— *succicum* Fr. (Desgl.).
— *cymōsum* L.
— *pratēnse* Tausch.

6) Trockene, unbewaldete, meist buschige Hügel und unkultivirte Flächen.

§. 307. Von den Vegetationsformationen dieses Standorts sind auch die Bewohner steinigen Bodens (st) und die wenigen ausschließlichen Felsenpflanzen (f) der niederen, noch in die Region der Ebene fallenden Höhenlagen zweckmäßiger Weise nicht zu trennen. Diese Formationen setzen sich zu einem großen Theile aus Arten südlichen und südöstlichen Ursprungs (Steppenpflanzen) zusammen, während die Verbreitung der Moorpflanzen meist nach Norden weist. Es gehören hierher die Standorte, die in Süddeutschland als „Heiden" bezeichnet werden (z. B. Garchinger Heide bei München, Welser Heide in Ober-Oesterreich), mit denen die nordwestdeutsche Heide kaum mehr als den Namen gemein hat. Im nordöstlichen Deutschland ist Heide (wie ganz ausnahmsweise auch in Oesterreich) mit Wald synonym.

Hypnum *rugōsum* Ehrh.
— *Schreberi* Willd.
Asplenium *ruta muraria* L. f. (Auch Mauern.)
— *germanicum* Weis. f.
— *septentrionāle* (L.) Sm. f. (Kalkfeindlich.)
Asplenium *adiantum nigrum* L. st. f.
— *adulterinum* Milde. f. Serpentin.
Phegopteris *Robertiānum* (Hoffm.) A. Br. st. f. (Auch Mauern.)
Cetērach *officinārum* Willd. f.
Botrychium *lunaria* (L.) Sw.

§. 307.

Botrychium *matricariifolium* A. Br.
— *simplex* Hitchc. (Selten, faſt nur in Nordoſtdeutſchland.)
Juniperus *communis* L.
Gagea *saxatilis* Koch. Meiſt ſt. f.
— *bohemica* (Zauschn.) Schult. (Oeſtliches Gebiet.)
Muscari *tenuiflorum* Tausch. st.
Allium *vineale* L.
— *oleraceum* L.
— *carinatum* L.
— *fallax* Schult.
— *strictum* Schrad.
Anthericum *liliago* L.
— *ramosum* L.
Polygonatum *officinale* All. (Convallaria *polygonatum* L.)
Luzula *campestris* (L.) DC.
— *pallescens* (Wahlenb.) Bess. (Oeſtliches Gebiet.)
Iris *germanica* L. f.
Carex *praecox* Schreb. (Carex *Schreberi* Schrk.)
— *obtusata* Liljbl. (C. *supina* Wahlenb.)
— *montana* L.
— *ericetorum* Poll.
— *verna* Vill. (C. *praecox* Jacq.)
— *humilis* Leyss.
— *pediformis* C. A. Mey. st. (Oeſtliches Gebiet, ſelten.)
Andropogon *ischaemon* L. st.
Dactylus *officinalis* Vill. (Cynodon *dactylon* Rich.)
Stipa *pennata* L.
— *capillata* L.
Phleum *Boehmeri* Web.
Avena *pratensis* L.
Sesleria *coerulea* (L.) Ard. st. (In Oſtpreußen am Strande auf Wieſen.)
Melica *ciliata* L. st. f.
— *nebrodensis* Parl. st. f.
Koeleria *cristata* (L.) Pers.
Poa *bulbosa* L.
— — v. *badensis* (Haenke.) st f.
— *compressa* L.
Festuca *ovina* L.
— *duriuscula* L.
— *vaginata* Willd.
— *pseudomyurus* Soy.-Will.
— *sciuroides* Rth.
Bromus *erectus* Huds.
— *inermis* Leyss.
Brachypodium *pinnatum* (L.) P. B.
Triticum *glaucum* Desf.
Aegilops *pyramidalis* (L.) Rchb. fil. (*Anacampsis* Koch.)
— *hircinum* (L.) Lindl. (Himantoglossum *hircinum* Spr.)
— *anthropophora* (L.) R. Br. (Faſt nur ſüdweſtliches Gebiet.)
Orchis *tridentata* Scop.
— *simia* Lmk. (Südweſtliches Gebiet.)
— *ustulata* L.
— *morio* L.
Ophrys *muscifera* Huds. (Selten auf Moor.)
— *aranifera* Huds.
— *fuciflora* Rchb. (O. *arachnites* Murr.)
— *apifera* Huds.
Epipactis *rubiginosa* Gaud. (Auch auf Dünen am Meere.)
Spergula *pentandra* L.
— *vernalis* Willd. (S. *Morisonii* Bor.)
Alsine *Jacquini* M. u. K. (Südliches Gebiet.)
— *setacea* (Thuill.) M. u. K. st. f. (Südlicheres Gebiet.)
Cerastium *brachypetalum* Desp.
Cerastium *arvense* L.
Gypsophila *fastigiata* L. f. (Nordöſtliches Gebiet und Mainz auf Sand.)
Tunica *prolifera* (L.) Scop.
— *saxifraga* (L.) Scop. st. (Südliches Gebiet.)
Dianthus *caesius* Sm. f. (Nordöſtliches Gebiet auf Sand.)
— *Seguierii* Vill.
Silene *viscosa* (L.) Pers.
— *italica* (L.) Pers. (Südöſtliches Gebiet.)
— *otites* (L.). Sm.
— *chlorantha* (Willd.) Ehrh. (Nordöſtliches Gebiet.)
— *longiflora* Ehrh. st. (Böhmen.)
— *armeria* L. f. (Rheingebiet.)
Viscaria *vulgaris* Roehl. (Lychnis *viscaria* L.)
Berberis *vulgaris* L. Berberitze. (Beſonders im Alpengebiete.)
Thalictrum *minus* L.
— *foetidum* L. f. (Südliches Gebiet.)
— *galioides* Nestler. (Desgl.)
Pulsatilla *vulgaris* Mill. (Weſtlicheres Gebiet.)
— *pratensis* (L.) Mill. (Oeſtliches Gebiet.)
— *vernalis* (L.) Mill.
— *patens* (L.) Mill. (Oeſtliches Gebiet.)
Anemone *silvestris* L.
Adonis *vernalis* L.
Ranunculus *polyanthemus* L.
— *bulbosus* L.
Turritis *glabra* L.
Arabis *hirsuta* (L.) Scop.
— *auriculata* Lmk. st.
— *petraea* (L.) Lmk. f.
— *arenosa* (L.) Scop. st. f. (Nordöſtl. Gebiet auf Wieſen.)
Erysimum *virgatum* Rth.
— *canescens* Rth. (Mähren, Niederöſterreich, in Ungarn häufig.)
— *crepidifolium* Rchb.
Alyssum *saxatile* L. f.
— *montanum* L. st.
— *calycinum* L.
— *minimum* Willd. (Niederöſterreich.)
Draba *muralis* L. f. (Schattig, an der Elbe bis Burg herabſteigend.)
Camelina *microcarpa* Andrzj.
Thlaspi *montanum* L. st. f.
Iberis *intermedia* Guers. st. (Rheinthal.)
Biscutella *laevigata* L. f. (Schleſien und Elbgebiet auf Sand.)
Hutchinsia *petraea* (L.) R. Br. st. f.
Lepidium *perfoliatum* (L.) All. Wintergrün.
Reseda *lutea* L.
— *luteola* L. Wau.
Viola *hirta* L.
— *collina* Bess.
— *arenaria* DC.
Helianthemum *guttatum* (L.) Mill. (Nordweſtliches Gebiet bis Potsdam und Darmſtadt.)
— *chamaecistus* Mill. (H. *vulgare* Gaertn.)
— *oelandicum* (L.) Wahlenb. st.
Fumana *procumbens* Godr. u. Gren. (Helianth. *fumana* Mill.) st.
Hypericum *perforatum* L.
— *elegans* Steph. st. (Rheinheſſen, Thüringen, Böhmen, Mähren, Oeſterreich.)
Malva *alcea* L.
— *moschata* L.
Lavatera *thuringiaca* L.
Geranium *sanguineum* L.
— *columbinum* L. st.
— *lucidum* L. f. (Schattig.)

Linum *flavum* L. (Südliches Gebiet.)
— *viscōsum* L. (Desgl.)
— *hirsūtum* L. (Südöstliches Gebiet.)
— *tenuifolium* L.
— *perēnne* L. (Südliches Gebiet.)
— *austriācum* L. (Südöstliches Gebiet.)
Ruta *graveōlens* L. f.
Cotinus *coggygria* Scop. (Rhus *cotinus* L.) Perückenbaum. (Niederösterreich.)
Acer *monspessulānum* L. (Rheingebiet)
Polygāla *comōsa* Schk.
— *amāra* L.
Rhamnus *tinctoria* W. K. (Niederösterreich.)
— *saxatilis* L. (Südliches Gebiet.)
Euphorbia *verrucōsa* Lmk.
— *angulāta* Jacq. st. (Südöstliches Gebiet.)
— *polychrōma* Kern. (E. *epithymoides* Jacq.). (Südöstliches Gebiet.)
— *Gerardiāna* Jacq. st.
— *cyparissias* L.
— *exūla* L.
— *virgāta* W. K. (Südöstliches Gebiet.)
— *saxatilis* Jacq. f. (Nied.-Oesterreich, Steiermark.)
Eryngium *campēstre* L.
Trinia *glauca* (L.) Dumort.
Bupleurum *falcātum* L.
— *Gerārdi* Jacq. (Südöstliches Gebiet.)
Seselī *hippomarāthrum* L. st.
— *annūum* L.
— *glaucum* Jacq. st. (Südöstliches Gebiet.)
— *varium* Trev. st. (Desgl.)
— *montānum* L. st. (Elsaß-Lothringen.)
Libanōtis *montāna* Crtz.
Peucedānum *cervaria* (L.) Cuss.
— *oreoselīnum* (L.) Mnch.
— *alsaticum* L.
Siler *trilōbum* Scop.
Laserpicium *prutenicum* L.
Cornus *mas* L.
— *sanguinea* L.
Sedum *maximum* Sut.
— *purpurēum* Lk.
— *cepaea* L. f. (Schattig, Elsaß.)
— *album* L.
— *acre* L.
— *mite* Gil. (S. *bolonīense* Loisl., S. *sexangulāre* auct.)
— *reflexum* L.
— *elegans* Lej. f. (Westgrenze.)
Sempervivum *tectōrum* L. f. Hauslaub.
— *soboliferum* Sims. f. (Nordöstliches Gebiet auf Sand.)
— *hirtum* L. f. (Oesterreich.)
Saxifrāga *granulāta* L.
— *bulbifera* L. (Südöstliches Gebiet.)
Daphne *cneōrum* L. (Südliches Gebiet.)
Thymelaea *passerina* (L.) Coss. et Germ. st.
Cotoneaster *integerrimus* Mch. st. f.
Amelanchier *vulgāris* Mch. st. f.
Pirus *aria* (L.) Ehrh.
— *torminālis* (L.) Ehrh.
Crataegus *monogȳnus* Jacq.
Rosa, zahlreiche Formen
Fragaria *collina* Ehrh.
Potentilla *rupēstris* L.
— *recta* L.
— *pilōsa* Willd. (Thüringen.)
— *canēscens* Bess.
— *argentea* L.
— *opāca* auct.
— *minor* Gil. (*opāca* L., *verna* auct.)
— *cinerea* Chaix.
— *alba* L.

Potentilla *micrāntha* Ramd. (Nördliches Gebiet. §. 307.
Rubus, zahlreiche Formen.
Sanguisorba *minor* Scop. (Poterium *sanguisōrba* L.)
Agrimonia *eupatoria* L.
Ulmaria *filipendula* (L.) A. Br. (Spiraea *filipendula* L.)
Amygdalus *nana* L. (Südöstliches Gebiet.)
Prunus *chamaecerāsus* Jacq.
— *mahāleb* L.
Genista *tinctoria* L.
— *ovāta* W. K. (Südöstliches Gebiet.)
— *sagittālis* L.
Cytisus *nigricans* L.
— *ratisbonēnsis* Schaeff.
— *hirsūtus* L. (Südöstliches Gebiet.)
— *austriācus* L. (Desgl.)
Anthyllis *vulneraria* L.
Medicāgo *falcāta* L.
— *minima* (L.) Bartal.
Trigonella *monspeliāca* L. (Böhmen.)
Trifolium *alpēstre* L.
— *striātum* L.
— *montānum* L.
— *strictum* L. (*parviflōrum* Ehrh.) (Südöstl. Gebiet bis Halle und Magdeburg.)
Dorycnium *suffruticōsum* Vill.
Oxytropis *pilōsa* (L.) DC.
Astragalus *exscāpus* L. st. (Südöstliches Gebiet, bis Magdeburg und Nord-Thüringen.)
— *cicer* L.
— *danicus* Retz. (A. *hypoglōttis* auct.)
— *austriācus* L.
Coronilla *vaginālis* Lmk. st.
— *montāna* Scop. st.
— *varia* L.
Hippocrepis *comōsa* L.
Onobrychis *viciifolia* Scop. Esparsette.
Vicia *tenuifolia* Rth.
— *lathyroides* L.
Orobus *pannonicus* Jacq. (O. *albus* L. fil.) (Südöstliches Gebiet.) st.
Primula *officinālis* Jacq.
Myosotis *hispida* Schldl.
Lappula *myosōtis* Mnch. (Echinospermum *lappula* Lehm.)
Cerinthe *minor* L.
Nonnea *pulla* (L.) DC.
Cuscuta *epithymum* Murr.
Verbascum *thapsus* L.
— *thapsiforme* Schrad.
— *phlomoides* L.
— *lychnitis* L.
— *pulverulentum* Vill. (V. *floccōsum* W. K.)
— *Chaixi* Vill. (V. *orientale* M. B.)
— *phoeniceum* L.
Linaria *minor* (L.) Desf. st.
— *genistifolia* (L.) Mill. st.
— *vulgāris* Mill.
Simbulēta *bellidifolia* (Desf.) Aschs. (Anarrhinum *bellidifolium* Desf.) (Saar- und Moselthal.)
Veronica *prostrāta* L.
— *austriāca* L. (*dentāta* Schmidt).
— *multifida* L. (Südöstliches Gebiet.)
— *teucrium* L. (V. *latifolia* auct.).
— *spicāta* L.
Melampyrum *cristātum* L.
Alectorolophus *angustifolius* (Gmel.) Heynh.
Euphrasia *lutea* L. st.
Orobanche *gracilis* Sm. (O. *cruenta* Bert.). (Südliches Gebiet.)
— *caryophyllacea* Sm. (Orobanche *galii* Duby.)

Orobänche *epithymum* DC.
— *teucrii* F. Schultz.
— *rubens* Wallr.
— *picridis* F. Schultz.
— *loricäta* Rchb.
— *elatior* Sut.
— *Kochii* F. Schultz.
— *amethystea* Thuill. (Weſtliches Gebiet.)
— *cervariae* Suard.
— *coerulescens* Steph. (Oeſtliches Gebiet.)
Phelipaea *coerulea* (Vill.) C. A. Mey.
— *bohemica* (Cel.). (Böhmen.)
— *ionantha* Kern. (Tirol.)
— *arenaria* (Borkh.)Walp.
Salvia *aethiopis* L. st. (Nieder-Oeſterreich, in Heſſen verſchleppt.)
— *austriaca* Jacq. (Nieder-Oeſterreich.)
— *pratensis* L.
— *silvestris* L. st.
— *verticillata* L. st.
Origänum *vulgare* L.
Thymus *serpyllum* L.
Calamintha *acinos* (L.) Clairv.
Nepeta *nuda* L. st.
Dracocephalus *austriacus* L. f. (Böhmen, Nieder-Oeſterreich.)
Galeopsis *ladanum* L. var. *angustifolia* Ehrh. st.
Stachys *germanica* L.
— *recta* L.
Betonica *officinalis* L.
Brunella *grandiflora* Jacq.
— *alba* Pall. st.
Ajuga *chamaepitys* (L.) Schreb. st.
Teucrium *botrys* L. st. f.
— *chamaedrys* L. st.
— *montanum* L. st. f.
Ligustrum *vulgare* L.
Gentiana *cruciata* L.
— *germanica* Willd.
— *ciliata* L. st.
Vincetoxicum *album* (Mill.) Aschs.
Campanula *bononiensis* L.
— *rapunculoides* L.
— *rapunculus* L.
— *glomerata* L.
— *sibirica* L. (Oeſtliches Gebiet.)
Asperula *tinctoria* L.
— *cynanchica* L.
— *glauca* (L.) Bess. st.
Galium *boreale* L.
— *verum* L.
Dipsacus *silvester* Mill.
Scabiosa *suaveolens* Desf.
Aster *linosyris* (L.) Bernh. (Chrysocoma *linosyris* L.)
— *amellus* L. st.
Erigeron *acer* L.
Buphthalmum *salicifolium* L. (Südliches Gebiet.)
Inula *germanica* L.
— *hirta* L.
Inula *salicina* L.
— *conyza* DC.
Filago *germanica* L. a. *lutescens* Jord.
— — b. *canescens* Jord. st.
Helichrysum *arenarium* (L.) DC.
Artemisia *absinthium* L.
— *camphorata* Vill. (Elſaß.)
— *pontica* L. st.
— *austriaca* Jacq. (Südöſtliches Gebiet bis Böhmen.)
— *campestris* L.
— *scoparia* W. K. st. (Südöſtliches Gebiet bis Görlitz, Böhmen, Paſſau; Weichſelufer ſiehe oben S. 733.)
Achillea *nobilis* L.
— *millefolium* L. var. *setacea* (W. K.)
Anthemis *tinctoria* L.
— *montana* L. (Böhmen.)
Chrysanthemum *corymbosum* L.
Senecio *campester* (Retz.) DC.
— *Jacobaea* L.
Cirsium *eriophorum* (L.) Scop.
Carlina *acaulis* L.
Jurinea *monocelana* (L.) Aschs. (J. *cyanoides* Rchb.).
— *mollis* (L.) Rchb. (Südöſtliches Gebiet.)
Centaurea *axillaris* Willd. (Südöſtliches Gebiet bis Böhmen.)
— *scabiosa* L.
— *rhenana* Bor. (*maculosa* auct.)
Xeranthemum *annuum* L. (Südöſtliches Gebiet.)
Tragopogon *major* Jacq.
Scorzonera *hispanica* L.
— *purpurea* L.
Podospermum *laciniatum* (L.) DC. st.
— *Jacquinianum* Koch. st. (Südöſtliches Gebiet.)
Achyrophorus *maculatus* (L.) Scop.
Chondrilla *juncea* L.
Lactuca *viminea* (L.) Presl. st. (Südöſtliches Gebiet bis Königreich Sachſen.)
— *perennis* L. f. st.
Crepis *foetida* L. st.
— — var. *rhoeadifolia* (M. B.). (Südöſtliches Gebiet.)
— *taraxacifolia* Thuill. (Südliches Gebiet.)
— *pulchra* L. (Rheingebiet.)
Hieracium *stoloniflorum* W. K. (Oeſtliches Gebiet.)
— *praealtum* Vill.
— *echioides* W. K. (Oeſtliches Gebiet.)
— *cymosum* L.
Thesium *intermedium* Schrad.
— *alpinum* L.
— *ebracteatum* Hayne.
— *rostratum* M. u. K. (Südliches Gebiet.)

7) Sandige Flächen

beſonders in Norddeutſchland; dieſe Formation findet ſich meiſt auch auf ſandigen Aeckern, theils auf dergleichen Waldkulturen entwickelt.

§. 308. Stereocaulon-Arten.
Cladonia *pyxidata* (L.) Fr.
— *rangiferina* (L.) Hoffm.
Zahlreiche andere Arten.
Baeomyces *roseus* Pers.
Polytrichum *piliferum* Schreb.
Barbula *ruralis* (L.) Hedw.
Rhacomitrium *canescens* (L.) Brid.
Luzula *campestris* (L.) DC.
Carex *arenaria* L.
— *ligerica* Gay.
— *praecox* Schreb. (C. *Schreberi* Schrk.)
— *obtusata* Liljebl.
Panicum *lineare* Krock. (P. *glabrum* Gaud.)

Mibora *minima* (L.) Desv. (Westliches Gebiet.)
Aira *caryophyllea* L.
— *praecox* L.
Weingaertneria *canescens* (L.) Bernh. (Corynephorus *canescens* P. B.).
Festuca *ovina* L.
— *glauca* Lmk.
— *rubra* L.
Rumex *acetosella* L.
Corispermum *hyssopifolium* L. (Südöstl. Gebiet; sowie C. *Marschallii* Stev. auch verschleppt.)
— *nitidum* Kit. (Südöstliches Gebiet.
Salsola *Kali* L.
Scleranthus *annuus* L.
— *perennis* L.
Herniaria *glabra* L.
— *hirsuta* L.
Spergula *arvensis* L.
— *vernalis* Willd. (S. *Morisonii* Bor.)
— *pentandra* L.
Spergularia *campestris* (L.) Aschs. (S. *rubra* Pers.)
Dianthus *arenarius* L. (Oestliches Gebiet.)
Erophila *verna* (L.) E. Mey. (Draba v. L.) Hungerblümchen.
Teesdalia *nudicaulis* (L.) Pers.
Viola *arenaria* DC.
Viola *tricolor* L.
Helianthemum *guttatum* (L.) Mill.
Hypericum *humifusum* L.
Sedum *acre* L.
— *mite* Gil. (S. *sexangulare* auct.).
Alchemilla *arvensis* (L.) Scop.
Trifolium *arvense* L.
Astragalus *arenarius* L.
Ornithopus *perpusillus* L.
Armeria *elongata* (Hoffm.) Boiss.
Anchusa *arvensis* (L.) M. B.
Myosotis *arenaria* Schrad.
Verbascum *thapsiforme* Schrad.
Veronica *verna* L.
Plantago *ramosa* (Gil.) Aschs. (P. *arenaria* W. K.). (Oestliches Gebiet.)
Iasione *montana* L.
Filago *minima* (Sm.) Fr.
Helichrysum *arenarium* (L.) DC.
Senecio *silvaticus* L.
— *viscosus* L.
— *vernalis* W. K. (Oestliches Gebiet, im Fortschreiten nach Westen begriffen.)
Arnoseris *minima* (L.) Lk.
Hypochoeris *glabra* L.
Hieracium *pilosella* L.
— *umbellatum* L.

8) Heideflächen

besonders in Nordwestdeutschland und der Lausitz; vergl. auch Moore (S. 735).

Besonders charakteristisch:

Archidium *alternifolium* (Dicks.) Schpr.
Trematodon *ambiguus* (Hedw.) Hornsch.
Dicranella *Schreberi* (Hedw.) Schpr.
— *cerviculata* (Hedw.) Schpr.
— *rufescens* (Turn.) Schpr.
Dicranum *palustre* Lapyl.
— *spurium* Hedw.
— *undulatum* Hedw.
Campylopus *brevipilus* Br. et. Schpr.
Leucobryum *glaucum* (L.) Spruce.
Fissidens *adiantoides* (L.) Hedw.
Entosthodon *ericetorum* (Bals. et De Not.) C. Müll.
Leptotrichum *tortile* (Schrad.) Hampe.
Rhacomitrium *lanuginosum* (Hedw.) Brid.
— *canescens* (L.) Brid.
Bryum *uliginosum* Bruch.
— *pendulum* (Hsch.) Schpr.
— *inclinatum* (Sw.) Brid.
— *intermedium* (Web. et Mohr.) Brid.
— *bimum* Schreb.
— *erythrocarpum* Schwgr.
— *atropurpureum* Web. et Mohr.
— *alpinum* L.
— *caespiticium* L.
— *pallens* Sw.
— *turbinatum* (Hedw.) Schwgr.
Catascopium *nigritum* Brid.
Philonotis *marchica* (Willd.) Brid.
Atrichum *angustatum* (Brid.) Br. et Schpr.
— *tenellum* (Roehl.) Br. et Schpr.
Polytrichum *gracile* Menz.
— *strictum* Menz.
Buxbaumia *aphylla* L.
Brachythecium *albicans* (Neck.) Br. et Schpr.
Hypnum *exannulatum* Gümb.
— *impones* Hedw.
— *molluscum* Hedw.
— *stramineum* Dicks.
Sphagnum *cuspidatum* Ehrh.
Sphagnum *recurvum* P. B. §. 309.
— *fimbriatum* Wils.
— *squarrosum* Pers.
— *rigidum* Schpr.
— *Muelleri* Schpr.
— *subsecundum* Nees et Hornsch.
— *tenellum* Pers.
Lycopodium *inundatum* L.
Pilularia *globulifera* L.
Narthecium *ossifragum* (L.) Huds.
Juncus *tenageia* Ehrh.
— *squarrosus* L.
— *capitatus* Weigel.
— *pygmaeus* Thuill. (Schleswig.)
Rhynchospora *alba* (L.) Vahl.
— *fusca* (L.) R. et Sch.
Scirpus *multicaulis* Sm.
— *fluitans* L.
— *setaceus* L.
Cyperus *flavescens* L.
Anthoxanthum *Puelii* Lec. et Lam.
Elisma *natans* (L.) Buchen. (Wasser.)
Echinodorus *ranunculoides* (L.) Englm.
Aira *discolor* Thuill.
Myrica *Gale* L.
Illecebrum *verticillatum* L.
Ranunculus *hederaceus* L. (Wasser.)
Corydallis *claviculata* (L.) DC.
Drosera *rotundifolia* L.
— *intermedia* Hayne.
Elodes *palustris* Spach.
Radiola *multiflora* (Lmk.) Aschs. (Linum *radiola* L.)
Empetrum *nigrum* L.
Helosciadium *repens* (Jacq.) Koch.
— *inundatum* (L.) Koch. (Wasser.)
Tillaea *muscosa* L.
Isnardia *palustris* L.
Ulex *europaeus* L.
Sarothamnus *scoparius* (L.) Koch.

Genista *pilōsa* L.
— *anglica* L.
Erica *tetrālix* L.
Callūna *vulgāris* (L.) Salisb.
Anagāllis *tenēlla* L.
Centuncūlus *minimus* L.
Pediculāris *silvatica* L.
Scutellaria *minor* L.
Galeōpsis *villōsa* Huds. (G. *ochroleuca* Lmk.).
Stachys *arvēnsis* L.
Litorella *uniflōra* (L.) Aschs.
Gentiāna *pneumonānthe* L.
Cicendia *filiformis* (L.) Delarbre.
Wahlenbergia *hederacea* (L.) Rchb.
Gallum *saxātile* L.
Gnaphalium *luteo-album* L.
Arnica *montāna* L.
Thrincia *hirta* Rth.

Literatur. H. Müller, Geographie der in Westfalen beobachteten Laubmoose. Verhandl. d. bot. Vereins Brandenburg. V. Berlin 1863. S. 58 ff.

9) Wald.

§. 310. Wir unterscheiden nach dem vorherrschenden Holze **a. Nadel-** und **b. Laubwälder** und — nach der forstmännischen Betriebsart: **a. Niederwald,** der durch Stockausschlag verjüngt wird und nur kurze Umtriebszeit hat; **b. Hochwald,** der aus Samen gezogen wird und lange Umtriebszeit hat; **c. Mittelwald,** der beide Verjüngungsarten und Umtriebszeiten verbindet. Da Nadelhölzer sich zum Stockausschlage nicht eignen, kann der Niederwald nur Laubwald sein. Die Kultur ist die größte Feindin der Wälder, deshalb geht die Abnahme der Wälder mit den Fortschritten der Kultur gleichmäßig fort. Wo der Bodenertrag die Mühe der Bearbeitung des Bodens nicht zu lohnen verspricht, besonders auf dürren, mit Kiefern bedeckten Sandstrecken, hat man die Wälder noch bestehen lassen; so wie auch in Gebirgen, von welchen aus durch Handel nach andern Ländern das Holz nicht gut verwerthet werden kann, wie z. B. in den östlichen Provinzen Preußens, in Böhmen ꝛc.; in den Ebenen dagegen, wo der Boden für die Ernte sehr ertragsfähig ist und da, wo die nöthigen Absatzmittel, namentlich durch Eisenbahnen geboten sind, hat man neuerdings die Wälder sehr decimirt, so daß in den letzten Jahren, besonders durch die Verkoppelungen und Gemeinheitstheilungen, die Wälder überall dem Ackerbau gewichen und Gemeindewaldungen fast gänzlich verschwunden sind. Hierdurch ist denn die Physiognomie mancher Gegenden in Hinsicht der Pflanzen nicht nur ganz verändert, sondern manche, sonst häufige Pflanzen sind entweder selten geworden oder ganz aus manchen Lokalfloren verschwunden, weil manche Pflanzen als begleitende Glieder der Waldflora nur oder doch vorzugsweise unter dem Schutze des Waldes gedeihen. Erst jetzt fängt man, durch die furchtbaren Verwüstungen des Hochwassers in entwaldeten Gebirgsgegenden, besonders in den Alpen, gewarnt, wieder an, die volkswirthschaftliche Bedeutung des Waldes, auch abgesehen vom Holzertrage, besser zu würdigen.

a. Waldbäume und ihre Höhengrenzen.

α. Nadelholzwälder.

(Ihre Eigenthümlichkeit wird durch die schlanken Stämme und die nadelförmigen, bei den meisten Arten immergrünen Blätter gebildet.)

1) Pinus *silvēstris* L. **Kiefer** (in Süddeutschland Föhre oder Forche), der charakteristische Nadelholzbaum der Ebene, findet sich aber selbst noch bis 1718,5 m (5301′) hoch in Beständen.
2) Abies *alba* Mill. (A. *pectināta* DC., Pinus *pĭcea* L.). **Tanne,** Weiß- oder Edeltanne. Erreicht in der Bergregion ihr Maximum und ist in Baiern von 324—1728,5 m (1000—5335′), im Schwarzwalde bis 972 m (3000′) der vorherrschende Baum, in den Sudeten bis 1231,2 m (3800′). Sie findet sich am nördlichsten im Oberharze, jedoch sehr beschränkt; in der Ebene besitzt sie nur in der Lausitz und Schlesien eine größere Verbreitung.
3) Picea *excĕlsa* Link. (Abies *excĕlsa* Lmk., Pinus *abies* L.). **Fichte,** Rothtanne. Erreicht wie die Edeltanne in der Bergregion ihr Maximum, geht aber noch höher hinauf, bis 1815,4 m (5603′) und herrscht z. B. im Thüringer Walde und im Harzgebirge, dessen Hauptkultur sie bildet, vor. In der Ebene mehr im östlichen Theile (Lausitz, Schlesien, Preußen).
4) Taxus *baccāta* L. **Eibenbaum.** Findet sich selten und fast nie in Beständen, in Baiern von 369,4—1326,4 m (1150—4100′) hoch, am Harze im Bodethale. Er ist ausgezeichnet durch langsames Wachsthum und lange Lebensdauer (S. 660). Auf der Pointenalpe im Algäu wächst ein Exemplar von 1,134 m (3½′) Durchmesser; bei einem Baume von 0,229 m (9″) Durchmesser zählte man schon 376 Jahresringe. Bemerkenswerthe Exemplare in Norddeutschland sind der Baum im Garten des Herrenhauses in Berlin und ein anderer im Garten des Erbpächters Hallier in Mönkhagen bei Rostock (auf 1500 Jahre geschätzt).
5) Pinus *montāna* Mill. var. *uliginōsa* (Neumann). In moorigen Wäldern der Oberlausitz und Schlesiens selten, steigt bis 750 m (ca. 2300′). Ueber die Filzkoppe der süddeutschen Moore vergl. S. 735. Die Art ist verbreiteter in der montanen bezw. alpinen Region.

β. Laubholzwälder. §. 310.

(Vorzüglich Eichen-, Buchen- und Birkenwälder.)

1) Quercus *pedunculāta* Ehrh. und *sessiliflōra* Sm. **Stiel-** oder **Sommereiche** und **Stein-** oder **Wintereiche.** Die Stieleiche tritt mehr in der tieferen Ebene auf, während die Steineiche höher gelegene Hügelketten bewohnt. In Oberbaiern jedoch geht die Stieleiche bis 920,2 m (2840′) hoch, die Steineiche nur bis 453,6 m (1400′) hoch hinauf.
2) Fagus *silvatica* L. **Buche** oder **Rothbuche.** Geht in der Bergregion höher hinauf und gedeiht noch in Oberbaiern in Beständen bis 1561,8 m (4820′), in den Sudeten bis 1166,4 m (3600′), im Harzgebirge aber nur bis 648 m (2000′) hoch.
3) Betŭla *alba* L. **Weißbirke.** Geht von der Ebene bis 1490,4 m (4600′) hoch in Baiern hinauf, noch höher B. *pubēscens* Ehrh., nämlich bis 1522,8 m (4700′) (vorzüglich in Mooren).
4) Tilia *grandifolia* Ehrh. **Großblättrige Linde.** Geht bis 1004,4 m (3100′). T. *parvifolia* Ehrh. geht bis 842,4 m (2600′).
5) Acer *pseudoplatānus* L. **Bergahorn.** Steigt als Baum bis 1505 m (4645′), in einzelnen Fällen bis 1661,2 m (5121′), während er sonst in dieser Höhe nur strauchartig bleibt. Acer *platanoīdes* L., **Spitzahorn,** geht bis 1052 m (3247′). Acer *monspessulānum* L., der **dreilappige Ahorn** (nur im westlichen Gebiet), geht wie der **Feldahorn,** A. *campēstre* L., welcher in der Ebene gemein ist, bis 745,2 m (2300′) hinauf.
6) Prunus *avium* L., **Süßkirsche,** geht bis 1147 m (3540′). P. *padus* L., **Traubenkirsche,** bis 1531,2 m (4726′).
7) Pirus *communis* L., **Birnbaum,** geht bis 842,4 m (2600′). P. *malus* L., **Apfelbaum,** bis 911,4 m (2813′).
8) Sorbus *aucuparia* L. **Eberesche.** Geht bis 1801,4 m (5560′) hoch, hat unter allen Laubholzbäumen die höchste Regionengrenze, übersteigt noch die Fichte, wird aber dann meist strauchartig. Pirus *torminālis* (Crtz.) Ehrh., die **Elsebeere,** geht bis 648 m (2000′), aber nur als Strauch. Die **Mehlbeere,** P. *aria* Ehrh., erreicht als Baum 1656,6 m (5113′).
9) Fraxinus *excelsior* L. **Esche.** Geht bis 1362,7 m (4206′).
10) Ulmus *campēstris* L. (incl. U. *montāna* Sm.). **Rüster, Ulme.** Geht bis 1292,1 m (3988′). Die **Flatterrüster,** U. *pedunculāta* Foug. (U. *effūsa* Willd.) bis 583,2 m (1800′).
11) Carpinus *betŭlus* L. **Weiß-** oder **Hainbuche.** Geht bis 877,4 m (2708′).
12) Populus *alba* L., **Silberpappel,** und P. *nigra* L., **Schwarzpappel,** sind den Auenwäldern der Flüsse eigenthümlich und kommen im Gebirge nicht vor. P. *tremŭla* L., **Espe,** steigt bis 1215 m (3750′).
13) Alnus *glutinōsa* Gaertn., die **Schwarzerle** od. **Eller,** steigt bis 874,8 m (2700′). Die **Weißerle,** A. *incāna* DC., steigt in den Alpen bis 1393,2 m (4300′), in der norddeutschen Ebene findet sie sich nur im östlichen Theile wild. An Flußufern schließen sich beide Arten in der Regel aus; in Baiern liebt die Weißerle mehr Kalk-, die Schwarzerle kalkfreien Boden.
14) Salix *caprēa* L. **Sohlweide.** Steigt bis 1727,6 m (5332′).

Literatur: Sendtner, Vegetations-Verhältnisse Südbaierns, S. 479—559.

b. Unterholz.

(Die mit * bezeichneten Arten auch baumartig, s. oben. lia. kletternd oder windend.)

Juniperus *communis* L. Wachholder.
*Alnus *glutinōsa* Gaertn. Schwarzerle.
* — *incāna* (L.) DC. Weißerle.
Corylus *avellāna* L. Hasel.
*Carpinus *betŭlus* L. Weißbuche.
*Salix *caprēa* L.
— *cinerēa* L.
— *aurīta* L.
} Sohlweide.
*Ulmus *campēstris* L. Ulme.
Clematis *vitālba* L. Waldrebe. lia.
Berberis *vulgāris* L. Berberitze.
*Tilia *grandifolia* Ehrh.
* — *parvifolia* Ehrh.
} Linde.
Cotinus *coggygria* Scop. Perrückenbaum. (vergl. oben S. 741.)
*Acer *campēstre* L. Maßholder.
Evonymus *europaeus* L. Spillbaum, Pfaffenhütchen.
— *verrucōsus* Scop. (Oestl. Gebiet.)
— *latifollus* Scop. (Südöstl. Gebiet.)
Rhamnus *catharticus* L. Kreuzdorn.
Frangula *alnus* Mill. Faulbaum.
Buxus *sempervirens* L. Buxbaum. (Westl. Gebiet.)
Empetrum *nigrum* L. Krähenbeere. (Nördl. Gebiet; außerdem alpin.)
Cornus *mas* L. Herlitze, Kornelkirsche. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
Cornus *sanguinea* L. Hartriegel.
Ribes *grossularia* L. Stachelbeere.
— *nigrum* L. Aalbeere.
— *rubrum* L. Johannisbeere.
— *alpinum* L.
Hedera *helix* L. Epheu. lia.
Daphne *mezereum* L. Seidelbast, Kellerhals.
— *laureola* L. (Südl. Gebiet.)
*Crataegus *oxyacantha* L. Weißdorn. (Meist Waldränder, als Baum z. B. Greifswalder Oie.)
— *monogynus* Jacq. (Meist Waldränder.)
*Pirus *torminālis* (L.) Ehrh. Elsebeere.
* — *aria* (L.) Ehrh. Mehlbeere.
Rosa. Rose, Hambutte.
Rubus. Brombeere.
} Zahlreiche Formen
R. *idaeus* L. Himbeere.
Prunus *spinōsa* L. Schwarzdorn. (Besonders Waldränder.)
— *chamaecerāsus* Jacq. (Südöstliches Gebiet.)
* — *padus* L. Traubenkirsche, gewöhnl. Faulbaum.
Sarothamnus *scoparius* (L.) Koch. Besenginster.
Genista *tinctoria* L. Färberginster.
Cytisus *nigricans* L.
— *supinus* L. (*capitātus* Jacq.) (Südöstl. Gebiet.)

§. 310.

Colutea *arborescens* L. Knallſchote. (Südliches Gebiet.)
Coronilla *emerus* L. (Südliches Gebiet.)
Vaccinium *myrtillus* L. Heidelbeere.
— *uliginosum* L. Trunkelbeere.
— *vitis idaea* L. Preißel-(Krons-) beere.
Arctostaphylos *uva ursi* (L.) Spr.
Callúna *vulgaris* (L.) Salisb. Heidekraut.
Solánum *dulcamara* L. Bitterſüß.
Ligustrum *vulgare* L. Rainweide.
Vinca *minor* L. Immergrün.
Lonicera *caprifolium* L. Geisblatt, Jelängerjelieber. lla. (Südöſtl. Gebiet)
— *periclymenum* L. Wildes Geisblatt, Jelängerjelieber. lla.
— *xylosteum* L. Heckenkirſche, Ladeſtockholz
Linnaea *borealis* L. (Nördliches Gebiet, in mittleren und ſüdlichen alpin.)
Viburnum *opulus* L. Schneeball.
— *lantana* L. (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
Sambucus *nigra* L. Hollunder, gewöhnlich Flieder.
— *racemosa* L. (In der Ebene ſelten.)

Paraſitiſch auf Bäumen, ſelten Sträuchern.

Viscum *album* L. Miſtel. (Auf den verſchiedenſten Laub- und Nadelhölzern, doch äußerſt ſelten auf Eichen und nie auf Rothbuchen.)
Loránthus *europaeus* Jacq. (Südöſtliches Gebiet bis zum Königr. Sachſen. auf Eichen.)

c. Charakterpflanzen des Waldes mit Ausſchluß der eigentlichen Holzgewächſe.

(n. Nadel-, l. Laubwald. s. ſchattig. ll. licht. lla. kletternd oder windend.)
(Vergl. auch Nr. 6, 7, 8.)

Arten von
Lycopérdon. Boviſt.
Sclerodérma. Hartboviſt.
Geáster.
Phallus. Gichtmorchel. l. s.
Rhizopógon. (Unterirdiſch.)
Clavaria. Ziegenbart.
Hydnum.
Polypórus.
Boletus.
Cantharéllus. Pfifferling.
Agaricus.
Tuber. Schwarze Trüffel. l. ll. (Unterirdiſch.)
Choeromýces. Weiße Trüffel. (Unterirdiſch.)
Elaphomýces. Hirſchbrunſt. n. ll. (Unterirdiſch, vergl. S. 726.)
Helvélla. Lorchel.
Morchélla. Morchel.
Usnea. Bartflechte. (An Bäumen.)
Bryopógon. Bartflechte. (An Bäumen.)
Cladonia. n. li.
Stereocaulon. n. li.
Ramalina. (Meiſt an Bäumen.)
Evernia. (Meiſt an Bäumen.)
Cetraria.
Peltigera.
Sticta. Lungenmoos. (An Bäumen.)
Metzgeria *furcata* (L.) Nees.
Aneura *pinguis* (L.) Dumort.
Pellia *epiphylla* Raddi.
Frullania *dilatata* (L.) Nees.
Radula *complanata* (L.) Dumort.
Trichocolea *tomentella* (Ehrh.) Nees.
Mastigobryum *trilobatum* (L.) Nees.
Jungermannia.
Plagiochila *asplenioides* (L.) N. et M.
Alicularia *scalaris* (Schrad.) Corda.
Weisia *curvata* Hedw. (Beſonders Kiefernſtämme.)
Dicranum *scoparium* (L.) Hedw.
— *spurium* Hedw. n.
— *undulatum* Hedw.
Leucobryum *glaucum* (L.) Spruce. n.
Ceratodon *purpureus* (L.) Brid.
Barbula *subulata* (L.) Brid.
Ulota *crispa* (Hedw.) Brid. (An Waldbäumen.)
Orthotrichum *affine* Schrad. (Desgl.)
— *speciosum* Nees. (Desgl.)
Webera *nutans* (Schreb.) Hedw.
Bryum *roseum* L.
Mnium *cuspidatum* Hedw.
— *undulatum* Hedw.
— *punctatum* L.
Atrichum *undulatum* (L.) P. B. l.
Polytrichum *formosum* Hedw.
— *juniperinum* Hedw. n.
— *commune* L. n.
Diphyscium *foliosum* (L.) Mohr.
Buxbaumia *aphylla* L. n.
Neckera *pennata* (L.) Hedw. l. (An Waldbäumen.)
— *crispa* (L.) Hedw. l. (Desgl.)
— *complanata* (L.) Hübm. (Desgl.)
Homalia *trichomanoides* (Brid.) Schpr. (Desgl.)
Leucodon *sciuroides* (L.) Schwägr. (Desgl.)
Antitrichia *curtipendula* (L.) Brid. (Desgl.)
Leskea *polycarpa* Ehrh. (Desgl.)
Anomodon *viticulosus* (L.) Hook. et Tayl. (Desgl.)
Thuidium *tamariscinum* (Hedw.) Schpr.
— *delicatulum* (L.) Schpr.
Climacium *dendroides* (L.) Web. et Mohr.
Homalothecium *sericeum* (L.) Br. et Schpr.
Brachythecium *salebrosum* (Hoffm.) Br. et Schpr.
— *velutinum* (L.) Br. et Schpr.
— *rutabulum* (L.) Br. et Schpr.
Eurhynchium *striatum* (Schreb.) Br. et Schpr.
Hypnum *cupressiforme* L. (An Bäumen.)
— *crista castrensis* L.
— *Schreberi* Willd. n.
— *purum* L.
Hylocomium *splendens* (Hedw.) Br. et Schpr. n.
— *squarrosum* (L.) Br. et Schpr. n.
— *triquetrum* (L.) Br. et Schpr. n.
— *loreum* (L.) Br. et Schpr.
Equisetum *arvense* L.
— *pratense* Ehrh. s.
— *silvaticum* L. s.
— *hiemale* L. li.
Lycopodium *selago* L. s.
— *annotinum* L. s.
— *clavatum* L. n. li.
— *complanatum* L. n.
Polypodium *vulgare* L.
Pteris *aquilina* L. li.
Blechnum *Spicant* (L.) With. n. s.
Asplenium *trichomanes* L. s. (Hohlwege.)
Athyrium *filix femina* (L.) Rth. s.

Phegopteris *Dryopteris* (L.) Fée. s.
— *polypodioides* Fée. s.
Aspidium *montanum* (Vogl.) Aschs. (A. *Oreopteris* Sw.) s.
— *filix mas* (L.) Sw.
— *spinulosum* (Retz.) Sw.
— *aculeatum* (L.) Döll. var. *lobatum* (Huds.) Sw.
Cystopteris *filix fragilis* (L.) Bernh. s. (Hohlwege.)
Onoclea *Struthiopteris* (L.) Hoffm. (Struthiopteris *germanica* W. (An Waldbächen.)
Osmunda *regalis* L.
Botrychium *lunaria* (L.) Sw. li.
— *matricariaefolium* A. Br. li.
— *ternatum* (Thunb.) Sw. (B. *rataefolium* A. Br.)
— *virginianum* (L.) Sw. (Sehr selten, Ostpreußen.)
Tulipa *silvestris* L. l.
Gagea *spathacea* (Hayne) Salisb. l. (Nördliches und westliches Gebiet.)
— *minima* (L.) Schult. l.
— *silvatica* (Pers.) Loud. (G. *lutea* Schult.) l.
Lilium *martagon* L. Türkenbund. l.
Erythronium *dens canis* L. l. (Südliches Gebiet bis Böhmen.)
Scilla *bifolia* L. l. (Fehlt im nördlichen Gebiet).
Allium *ursinum* L. l. s. Ramsel.
— *scordoprasum* L. l.
Paris *quadrifolia* L. l. s.
Polygonatum *verticillatum* (L.) All. (In der Ebene selten, nur nordöstlich.)
— *officinale* All. li.
— *multiflorum* (L.) All. l. s.
Convallaria *majalis* L. li.
Majanthemum *bifolium* (L.) Schmidt.
Endymion *non scriptus* (L.) Gke. l. s. (Westgrenze.)
Muscari *tenuiflorum* Tausch. l. li.
— *botryoides* (L.) DC.
Narcissus *pseudonarcissus* L. (Besonders westliches Gebiet.)
Galanthus *nivalis* L. Schneeglöckchen. l. s.
Leucoium *vernum* L. Sommerknöpfchen. l.
Luzula *Forsteri* Desv. li. (Westl. Gebiet.)
— *pilosa* (L.) Willd. s.
— *nemorosa* (Poll.) E. Mey. (L. *albida* Desv.) li.
— *silvatica* (Huds.) Gaud. (Ebene selten, Schleswig, Hinterpommern.)
— *campestris* (L.) Desv. var *multiflora* (Lej.) Ehrh.
— *pallescens* (Wahlbg.) Bess. n. li. (Oestliches Gebiet.)
Iris *bohemica* Schmidt. l. (Desgl.)
— *nudicaulis* Lmk. l. (Desgl.)
— *sibirica* L. l. li.
Thamnus *communis* L. IIa. (Südl. Gebiet.)
Arum *maculatum* L. l. s.
Carex *virens* Lmk. (C. *divulsa* Good.)
— *praecox* Schreb. li.
— *brizoides* L. li.
— *remota* L. s. (Quellen.
— *leporina* L. li.
— *obtusata* Liljbl. li.
— *pilulifera* L. li.
— *tomentosa* L.
— *globularis* L. n. (Nur Ostpreußen.)
— *montana* L.
— *ericetorum* Poll. n. li.
— *verna* Vill. (C. *praecox* Jacq.)
— *umbrosa* Host. (C. *polyrrhiza* Wallr.) (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
Carex *pediformis* C. A. Mey. (Selten.) §. 310.
— *digitata* L.
— *ornithopoda* Willd. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *pilosa* Scop. l. s. (Fast nur östliches Gebiet.)
— *flacca* Schreb.
— *pendula* Huds. (Quellen, Bäche.)
— *strigosa* Huds. l. s. (Besonders westliches Gebiet.)
— *pallescens* L.
— *ventricosa* Curt. (Carex *depauperata* Good.) (Westgrenze.)
— *Michelii* Host. (Südöstliches Gebiet bis Böhmen und Schlesien.)
— *silvatica* Huds. s.
Hierochloa *australis* (Schrad.) R. et Sch. (Oestliches Gebiet.)
Anthoxanthum *odoratum* L. li.
Agrostis *vulgaris* With.
— *alba* L.
Calamagrostis *epigea* (L.) Rth. li.
— *villosa* (Chaix) Mutel. (C. *Halleriana* DC.) (Ebene selten.)
— *arundinacea* (L.) Rth. (C. *silvatica* DC.)
Milium *effusum* L. l. s.
Aera *flexuosa* L. li. n.
Holcus *lanatus* L. li.
— *mollis* L. li.
Avena *elatior* L. li.
Sieglingia *decumbens* (L.) Bernh. (Triodia *decumbens* R. Br.) li.
Melica *nutans* L.
— *uniflora* Retz. l. s.
Poa *nemoralis* L. li.
— *Chaixi* Vill. (P. *sudetica* Haenke.) s.
Glyceria *remota* (Fors.) Fr. s. (Nur Ostpreußen.)
Molinia *coerulea* (L.) Much.
Dactylis *glomerata* L.
Festuca *heterophylla* Haenke.
— *duriuscula* L.
— *rubra* L.
— *silvatica* (Poll.) Vill. s.
— *gigantea* (L.) Vill. l. s.
Brachypodium *pinnatum* (L.) P. B. li.
— *silvaticum* (Huds.) R. et Sch. l. s.
Bromus *asper* Murr. l. s.
Triticum *caninum* L. l.
Hordeum *europaeum* (L.) All. (Elymus *europaeus* L.) s. l.
Orchis *purpurea* Huds. (O. *fusca* Jacq.) l.
— *pallens* L. l. li. (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
— *masculata* L. l.
— *maculata* L. li.
Gymnadenia *cucullata* (L.) Rich. n. (Nur Ostpreußen.)
Platanthera *bifolia* (L.) Rchb. l. li.
— *chlorantha* Custer. l. li.
Epipogon *aphyllus* (Schmidt) Sw. s.
Limodorum *abortivum* (L.) Sw. l. li.
Cephalanthera *grandiflora* (Scop.) Bab. l. s.
— *xiphophyllum* (L. fil.) Rchb. fil.
— *rubra* (L.) Rich.
Epipactis *latifolia* (L.) All.
— *microphylla* (Ehrh.) Sw.
Neottia *ovata* (L.) Bl. et Fing. (Listera *ovata* R. Br.
— *cordata* (L.) Rich. (Listera *c.* R. Br.) s. (Ebene selten.)
— *nidus avis* (L.) Rich. l. s.
Goodyera *repens* (L.) R. Br. meist n.
Corallorrhiza *innata* R. Br. s.
Cypripedium *calceolus* L. l.
Urtica *dioica* L.
Humulus *lupulus* L. Hopfen. l. IIa.

§. 310.

Polygŏnum *mite* Schrk. s.
Rumex *conglomerātus* Murr.
— *sanguinĕus* L. s.
Moehringĭa *trinervĭa* (L.) Clairv. s.
Stellarĭa *nemŏrum* L. l. s.
— *media* (L.) Cir.
— *holostĕa* L. l. s.
— *Friesiāna* Ser. (Ebene nur im nördl. Gebiet.) s.
Cerastĭum *glomerātum* Thuill. s.
— *triviāle* Lk. var. *nemorāle* Uechtr. l. s.
— *silvatĭcum* W. K. l. s. (Oeſtliches Gebiet.)
Malachĭum *aquatĭcum* (L.) Fr. l. s.
Diānthus *armerĭa* L. li.
— *Carthusianōrum* L. li.
— *deltoĭdes* L. li.
— *Seguiĕrii* Vill.
— *supĕrbus* L. l. li.
— *arenarĭus* L. n. li.
Viscarĭa *vulgāris* Roehl. li.
Silēne *venōsa* (Gil.) Aschs. (S. *inflāta* Sm.) li.
— *nutans* L. li.
Melandrўum *rubrum* (Weigel) Gke.
Clemātis *recta* L.
— *integrifolĭa* L. (Südöſtliches Gebiet.)
Thalĭctrum *aquilegiifolĭum* L. s.
— *minus* L. mit var. *silvatĭcum* Koch. s. var. *Jacquiniānum* Koch. li.
— *simplex* L.
Hepatĭca *triloba* Gil. Leberblume, Oeſchen. l. (Fehlt im nordweſtl. Gebiet.)
Pulsatĭlla *vernālis* (L.) Mill. n.
— *patens* (L.) Mill. n.
Anemōne *nemorōsa* L. s.
— *ranunculoīdes* L. l. s.
Ranuncŭlus *auricŏmus* L. l.
— *casubĭcus* L. l. s. (Oeſtl. Gebiet.)
— *acer* L.
— *lanuginōsus* L. l. s.
— *polyanthĕmus* L. li.
— *nemorōsus* DC. (Ebene ſelten.)
Ficarĭa *verna* Huds. l.
Helleborus *virĭdis* L.
— *foetĭdus* L. (Weſtliches Gebiet, bis Thüringen.)
Isopўrum *thalictroīdes* L. l. (Oeſtliches Gebiet.)
Aquilegĭa *vulgāris* L. Akelei. l. s.
Aconītum *napĕllus* L. Eiſenhut. s. (Ebene ſelten.)
— *variegātum* L. s. (Ebene nur nordöſtlich.)
— *lycoctŏnum* L.
Actaēa *spicāta* L. l. s.
Cimicifŭga *foetĭda* L. l. s. (Nur öſtl. Gebiet.)
Corydăllis *cava* (L.) Schw. et Kte. l. s.
— *intermedĭa* (L.) P. M. E. l. s.
— *pumĭla* (Host.) Rchb. l. s.
— *solĭda* (L.) Sm. l. s.
Turrītis *glabra* L. l. li.
Arăbis *pauciflōra* Gke. (A. *brassicaefōrmis* Wallr.)
— *Gerārdi* (Bess.) Koch. l.
— *hirsūta* (L.) Scop. l. li.
Cardamĭne *impatĭens* L. l. s.
— *hirsūta* L. var. *silvatĭca* (Lk.) l. s.
Dentarĭa *enneaphўllos* L. s. (Ebene ſelten.)
— *glandulōsa* W. K. s. (Südöſtl. Gebiet bis Oberſchleſien.)
— *bulbifĕra* L. l. s.
Hespĕris *matronālis* L. (Meiſt nur verwildert.)
Alliarĭa *officinālis* Andrzj. l. s.
Lunarĭa *rediviva* L. (Ebene nur in Preußen.)
Viŏla *hirta* L. l. li.
Viŏla *odorāta* L. l. Veilchen.
— *silvatĭca* Fr.
— *arenarĭa* (DC.) n. li.
— *canīna* L.
— *persicifolĭa* Schk. var. *elatĭor* Fr. l. s.
— *mirabĭlis* L. l. s.
Helianthĕmum *chamaecīstus* Mill. li.
— *guttātum* (L.) Mill. n. li.
Hyperĭcum *perforātum* L. li.
— *quadrangŭlum* L.
— *pulchrum* L. li. (Nordweſtl. Gebiet.)
— *montānum* L. l. li.
— *hirsūtum* L. l.
Geranĭum *silvatĭcum* L. s.
— *sanguinĕum* L. l. li.
— *bohemĭcum* L. (Ebene [und montane Region] ſelten.)
— *Robertiānum* L. s.
Oxălis *acetosĕlla* L. Sauerklee. s.
Impatĭens *noli tangĕre* L. s.
Dictāmnus *albus* L. l. li. (Im nördl. Gebiet wohl nicht wild.)
Polygăla *vulgāris* L. li.
— *comōsa* Schk. li.
— *amāra* L.
— *calcarĕa* F. Schultz.
Euphorbĭa *stricta* L. (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
— *dulcis* Jacq. l. s.
— *angulāta* Jacq. l. (Südöſtl. Gebiet bis Böhmen.)
— *polychrōma* Kern. (E. *epithymoīdes* Jacq.) l. (Südöſtl. Gebiet.)
— *procĕra* M. B. li. (Oeſtl. Gebiet.)
— *amygdaloīdes* L. (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
Mercurĭālis *perĕnnis* L. l. s.
Sanicŭla *europaea* L. l. s.
Hacquetĭa *epipactis* (L.) DC. l. s. (Südöſtl. Gebiet bis Oberſchleſien.)
Astrantĭa *major* L. (Ebene nur nordöſtlich.)
Aegopodĭum *podagrarĭa* L. l.
Pimpinĕlla *magna* L.
— *saxifrăga* L. li.
Bupleūrum *falcātum* L. li. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *longifolĭum* L. s. (Ebene nur in Preußen.)
Conioselīnum *tatarĭcum* Fisch. (Ebene nur in Oſtpreußen.)
Peucedānum *cervarĭa* (L.) Cuss. li.
— *oreoselīnum* (L.) Mnch. li.
Heraclēum *sphondўlium* L. li.
Siler *trilŏbum* Scop. l. li.
Laserpicĭum *latifolĭum* L. li.
— *prutheni̇cum* L. l. li.
Torĭlis *anthrīscus* (L.) Gmel. li.
Chaerophўllum *silvēstre* L.
— *nitĭdum* Wahlenb. (Ebene ſelten, nur Schleſien.)
Myrrhis *temŭla* (L.) All.
— *bulbōsa* (L.) Spr. li.
— *aurĕa* (L.) All. li. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *hirsūta* (L.) All. (Ebene nur nordöſtlich.)
— *aromatĭca* (L.) Spr. (Oeſtliches Gebiet.)
Pleurospĕrmum *austrĭacum* (L.) Hoffm. s. (Ebene nur nordöſtlich.)
Sedum *maximum* Sut. li.
— *purpurĕum* Lk. (Sedum *purpurāscens* Koch.) li.
— *acre* L. n. li.
— *mite* Gil. n. li.
— *reflexum* L. n. li.

Sempervīvum *soboliferum* Sims. n. li.
Saxifrāga *granulāta* L. li.
Chrysosplenium *alternifolium* L. s.
— *oppositifolium* L. s.
Epilobium *spicātum* Lmk. (E. *angustifolium* L. z. Th.) li. (Besonders Waldschläge.)
— *montānum* L.
— *lanceolātum* Seb. et Mauri. (Selten.)
— *Lamyi* F. Schultz.
Circaea *lutetiāna* L. l. s.
— *intermedia* Ehrh. l. s.
— *alpīna* L. s.
Geum *urbānum* L. s.
— *rivāle* L. s.
Rubus *saxatilis* L.
Fragaria *vesca* L. Erdbeere. li.
— *moschāta* Duchesne (Fragaria *elatior* Ehrh.) s.
— *collīna* Ehrh. li.
Potentilla *recta* L. li.
— *pilōsa* Willd. li. (Selten.)
— *mixta* Nolte. n. li.
— *procúmbens* Sibth. n.
— *silvéstris* Neck. (P. *tormentilla* Schrk.)
— *minor* Gil. (verna auct.)
— *thuringíaca* Bernh. s. lat. (incl. P. *intermedia* Nestl. nec L.) (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *alba* L. li.
— *sterilis* (L.) Gke. (P. *fragariāstrum* Ehrh.)
— *micrántha* Ramond. (Westl. Gebiet.)
Agrimonia *eupatoria* L.
— *odorāta* Mill. (Gern an Teichdämmen!)
— *pilōsa* Ledeb. (Nur Ostpreußen.)
Ulmaria *pentapetāla* Gil.
— *filipendula* (L.) A. Br. li.
Cytisus *sagittālis* (L.) Koch. li. (Bes. südl. Gebiet.)
Trifolium *alpéstre* L. li.
— *medium* L.
— *rubens* L. li.
— *ochroleúcum* L. li.
— *lupináster* L. (Nur Preußen.)
— *montānum* L. li.
— *agrarium* L. li.
Astragalus *glycyphýllus* L.
— *arenarius* L. n. li.
Coronilla *montāna* Scop. l. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *varia* L. li.
Ornithopus *perpusillus* L. n. li.
Vicia *dumetórum* L. l. s.
— *sepium* L.
— *satíva* L. var. *angustifolia* (All.) n.
— *pisiformis* L. l.
— *silvatica* L. l. s.
— *cassubica* L. li.
— *orobus* DC. (Selten; Speffart, Schleswig.)
Lathyrus *silvéster* L. li.
— *platyphýllus* Retz.
— *heterophýllus* L.
— *pisiformis* L. l. (Nur Böhmen, Westpreußen.)
— *vernus* (L.) Bernh. l. s.
— *niger* (L.) Bernh. l. li.
— *montānus* Bernh. (Orobus *tuberosus* L.) li.
Pirola *rotundifolia* L. s.
— *chlorántha* Sw. n. li.
— *media* Sw. s.
— *minor* L.
— *uniflora* L. s.
Chimophila *umbellāta* (L.) Nutt. n.
Ramischia *secúnda* (L.) Gke.
Monotropa *hypopítys* L. a) *hirsúta* Rth. n. } Fichtenspargel. §. 310.
— — b) *glabra* Roth. l.
Primula *acaúlis* (L.) Jacq. l. (Nordwestl. und südl. Gebiet.) } Schlüsselblume.
— *elatior* (L.) Jacq. l. s.
— *officinālis* (L.) Jacq. l. li.
Trientalis *europaea* L.
Lysimachia *nemórum* L.
Convolvulus *sepium* L.
Cuscuta *europaea* L. } Stengelschmarotzer.
— *lupuliformis* Krock. (Oestl. Gebiet, Flußthäler.)
Pulmonaria *angustifolia* L. l. li.
— *tuberosa* Schrk. (Südl. und westl. Gebiet.)
— *officinālis* L. l. s.
— *montana* Lej. (P. *mollis* Wolff.) (Westl. und südl. Gebiet.)
— *mollissima* Kern. (Südöstl. Gebiet.)
Symphytum *tuberósum* L.
Omphalodes *scorpioides* (L.) Schrk. (Oestl. Gebiet.)
Onosma *arenarium* W. K. n. (Mainz.)
Lithospermum *officinale* L. l. li.
— *purpureo-coeruleum* L. l. li.
Myosotis *arenaria* Schrad. n. li.
— *hispida* Schldl. li.
— *silvatica* (Ehrh.) Hoffm. s.
— *intermedia* Lk.
— *sparsiflora* Mik. l. s. (Oestl. Gebiet.)
Physalis *Alkekingi* L. Judenkirsche. li.
Atropa *belladonna* L. Tollkirsche. li.
Verbascum *thapsus* L. li. (Besonders Waldschläge.)
— *thapsiforme* Schrad. s. (Desgl.)
— *phlomoides* L.
— *lychnitis* L. li.
— *blattaria* L. s.
Scrophularia *nodosa* L.
— *Scopolii* Hoppe. (Oestl. Gebiet.)
Digitalis *purpurea* L. Rother Fingerhut. (Besonders Waldschläge; Ebene nur Nordwest.)
— *ambigua* Murr. li.
— *lutea* L. li. (Westl. und südl. Gebiet.)
Veronica *chamaedrys* L. li.
— *montana* L. s.
— *officinālis* L. li.
— *spuria* L. (Selten.)
Melampyrum *cristatum* L. l. li. } Wurzelschmarotzer.
— *nemorósum* L. l. (Fehlt im westl. Gebiet.)
— *bohemicum* Kern. li. (Böhmen.)
— *pratense* L.
— *silvaticum* L. (Ebene selten.)
Euphrasia *officinālis* L.
Lathraea *squamaria* L. l. s. (Auf Laubhölzern.)
Mentha *aquatica* L.
Salvia *glutinosa* L. (Südl. Gebiet bis Oberschlesien.)
Origanum *vulgare* L. l. li.
Thymus *serpyllum* L. li.
Calamintha *officinālis* Mnch. (Westliches Gebiet.)
— *clinopodium* Spenn.
Nepeta *glechoma* Benth. (Glechoma *hederacea* L. Gundelrebe, Gundermann.)
Dracocephalus *Ruyschiana* L. n.
Melittis *melissophýllum* L. l.
Lamium *maculātum* L.

§. 310. Lamium *galeobdŏlon* Crntz. (Galeobdŏlon *lutĕum* L.) l.
Galeŏpsis *tetrăhit* L. var. *bifĭda* (Bnngh.)
— *speciōsa* Mill. (Galeŏpsis *versicŏlor* Curt.) l.
— *pubĕscens* Bess. (Fehlt im weſtlichen Gebiet.) l.
Stachys *silvatĭca* L. l. s.
Betonĭca *officinālis* L. l.
Chaetūrus *marrubiāstrum* (L.) Rchb. l. (Flußthäler, fehlt im nordweſtl. Gebiet.)
Ajūga *reptans* L. l.
— *genevēnsis* L. li.
— *pyramidālis* L. li.
Teucrium *scorodonĭa* L. li. (Fehlt im öſtl. Gebiet.)
Orobänche *rapum genistae* Thuill. (Weſtl. Gebiet auf Sarothāmnus.)
— *lucōrum* A. Br. (Südl. Gebiet auf Berbĕris und Rubus.)
— *hedĕrae* Duby. (Weſtl. Gebiet auf Hedĕra.)
} Wurzelſchmarotzer.
Gentiāna *germanĭca* Willd. li.
— *cilliāta* L. li.
Vincetoxĭcum *album* (Mill.) Aschs. li.
Campanŭla *rotundifŏlia* L. n.
— *trachellium* L. s.
— *latifŏlia* L. l. s.
— *patŭla* L. li.
— *rapunculus* L. li.
— *cervicarĭa* L. li.
— *glomerāta* L. li.
Adenophŏra *liliifŏlia* (L.) Ledeb. (Oeſtl. Gebiet.)
Phyteuma *spicātum* L. l. s.
— var. *nigrum* Schmidt. (Fehlt im nordöſtl. Gebiet.)
Galium *cruciāta* (L.) Scop. l.
— *vernum* Scop. (Südöſtl. Gebiet bis Schleſien.)
— *aparĭne* L.
— *boreāle* L. li.
— *rubioĭdes* L. (Südöſtl. Gebiet bis Böhmen.)
— *rotundifolium* L. s.
— *mollūgo* L.
— *silvatĭcum* L.
— *Schultesii* Vest. (G. *polymorphum* Knuf.) (Oeſtl. Gebiet.)
— *saxātile* L. li.
— *silvēstre* Poll. li.
Asperŭla *tinctorĭa* L. li.
— *cynanchĭca* L. li.
— *odorāta* L. Waldmeiſter. l. s.
Adōxa *moschatellīna* L. l. s.
Valerĭāna *officinālis* L.
— *sambucifolia* Mik.
— *polygāma* Bess. (V. *simplicifŏlia* Kabath.) (Oeſtl. Gebiet.)
Cephalarĭa *pilōsa* (L.) Gren. (Dipsăcus *pilōsus* L.) l. s.
Knautĭa *silvatĭca* (L.) Duby. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
Petasites *albus* (L.) Gaertn. (Ebene ſelten).
Erigĕron *acer* L. li.
Solidāgo *virga aurĕa* L. li.
Inŭla *salicīna* L. li.
— *hirta* L. li.
— *conўza* DC. li.
Gnaphalium *silvatĭcum* L. li.
— *dioēcum* L. li.
Holichrўsum *arenarĭum* (L.) DC. li.
Achillēa *ptarmĭca* L. l. li.
— *millefolium* L. Schafgarbe. li.
Chrysanthĕmum *vulgāre* (L.) Bernh. (Tanacētum v. L.) li.
— *corymbōsum* L. li.
— *leucanthĕmum* L. li.
Doronĭcum *pardalianches* L. (Weſtl. Gebiet.)
Senecio *spathulifolius* (Gmel.) DC. l. li.
— *viscōsus* L. n. li. (Beſonders Waldſchläge.)
— *silvatĭcus* L. n. li. (Desgl.).
— *vernālis* W. K. n. li. (Desgl.)
— *erucifolius* L. l. li.
— *Jacobaĕa* L. li.
— *sarracenĭcus* L. (S. *Fuchsii* Gmel.) s. (Ebene ſelten.)
Cardŭus *crispus* L. l. li.
— *defloratus* L. l.
Lappa *officinālis* All. l.
— *nemorōsa* (Lej.) Ecke. l.
Carlĭna *vulgāris* L. li.
Serratŭla *tinctorĭa* L. li.
Centaurēa *phrygia* L. (C. *austriāca* Willd.) (Nordöſtl. Gebiet.)
— *pseudophrygia* C. A. Mey. (C. *phrygia* Koch). (Selten im nördl. Gebiet.)
— *nigra* L. (Weſtl. Gebiet.)
— *montāna* L. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
Lampsāna *vulgāris* L. l. s.
Leontŏdon *hispĭdus* L.
Scorzonēra *humĭlis* L. li.
Prenānthes *purpurea* L. s. (Ebene ſelten.)
Lactūca *virōsa* L. li.
— *quercĭna* L. l. (Oeſtl. Gebiet.)
— *murālis* (L.) Less. l. s.
Crepis *praemōrsa* (L.) Tausch. li.
— *mollis* (Jacq.) Aschs. (C. *succisifolia* Tausch.)
Hieracium *pilosēlla* L. n. li.
— *echioĭdes* Lumn. li. (Oeſtl. Gebiet.)
— *pratēnse* Tausch. li.
— *caesium* Fr.
— *murōrum* L. li.
— *vulgātum* Fr. li.
— *sabaudum* L.
— *silvēstre* Tausch. (H. *boreāle* Fr.)
— *tridentātum* Fr. li.
— *umbellātum* L. li.
Asārum *europaeum* L. s.
Thesium *montānum* Ehrh. l. (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
— *intermedium* Schrad. li.
— *alpinum* L.
— *ebracteātum* Hayne.
} Wurzelſchmarotzer.

Die bisher aufgezählten Standörtlichkeiten ſind ſolche, welche durch das Eingreifen der Menſchen entweder gar nicht, oder, wie Wald und Wieſe, doch nicht in dem Grade verändert ſind, daß der urſprüngliche Formationsbeſtand weſentlich modificirt wäre. Die nun folgenden verdanken indes ihr Daſein ausſchließlich menſchlicher Thätigkeit, ſo daß die ſie bewohnenden Formationen als künſtliche (§. 301.) zu bezeichnen ſind. Ueber Unkräuter vergl. S. 737, §. 306.

10) Kultivirter Boden. §. 311.

a. Aecker (incl. Weinberge, Brachen).

Equisĕtum *arvĕnse* L.
Gagĕa *pratĕnsis* (Pers.) Schult.
— *arvĕnsis* (L.) Schult.
Ornithogălum *umbellātum* L.
Allium *vinĕāle* L.
Muscări *comōsum* (L.) Mill.
— *racemōsum* (L.) DC.
Juncus *bufonius* L.
— *sphaerocārpus* Nees. (Selten.)
— *tenagēa* Ehrh.
— *capitātus* Weigel.
Anthoxanthum *Puelii* Lec. et Lam. (Nordwestl. Gebiet.)
Panicum *sanguināle* L.
— *linĕāre* Krock.
— *crus galli* L.
— *virĭde* L.
— *glaucum* L.
Phleum *aspĕrum* Vill. (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
Alopecūrus *agrōstis* L.
Agrōstis *spica venti* L.
Avĕna *strigōsa* Schreb. Rauhhafer. (Unter gebautem Hafer.)
— *fatŭa* L. Windhafer. (Besonders unter gebautem Hafer.)
Eragrōstis *minor* Host. (Besonders im südl. Gebiet.)
— *multiflōra* (Forsk.) Aschs. (E. *major* Host.) (Desgl.)
— *pilōsa* (L.) P. B. (Desgl.)
Poa *annŭa* L.
Brōmus *tectōrum* L.
— *secalīnus* L. Tresp. (Unter Getreide.)
— *Hillsii* F. Schultz. (B. *hordeaceus* Gmel. nec L.) (Unter Wintergerste.)
— *squarrōsus* L. (Selten im südlichen Gebiet.)
— *patŭlus* M. et K.
— *arvĕnsis* L.
— *brachystachys* Horng. (Selten in mittlerem Gebiet, wohl eingeschleppt.)
— *commutātus* Schrad.
— *mollis* L.
Tritĭcum *repens* L. Quecke, Päde.
Lolĭum *temulĕntum* L. Taumellolch. (Besonders unter Hafer.)
— *remōtum* Schrk. (L. *linicŏla* Sonder.) (Besonders unter Flachs.)
Polygŏnum *lapathifŏlium* Ait.
— *nodōsum* L.
— *persicaria* L.
— *minus* Huds.
— *hydropĭper* L.
— *aviculāre* L.
— *convolvŭlus* L.
Fagopўrum *tatarĭcum* (L.) Gaertn. (Unter Buchweizen.)
Rumex *acetosĕlla* L.
Chenopodĭum *botrys* L. (Südl. Gebiet.)
— *polyspĕrmum* L.
— *album* L.
— *opulifŏlium* Schrad.
— *ficifŏlium* Sm. (Besonders unter Hackfrüchten.)
Amarāntus *retroflĕxus* L. (Wohl erst in diesem Jahrhundert eingeschleppt.)
Polycnēmum *arvĕnse* L.
— *majus* A. Br. et Schpr.
Scleranthus *annuus* L.
Illecĕbrum *verticillātum* L.
Herniaria *glabra* L.
— *hirsūta* L.
Polycārpon *tetraphўllum* L. fil. (Aus Südeuropa eingeschleppt.)
Spergŭla *arvĕnsis* L.
Spergularia *segetālis* (L.) Fenzl.
Alsīne *tenuifŏlia* (L.) Wahlenb. (Westl. Gebiet.)
— *viscōsa* Schreb.
Sagina *procŭmbens* L.
— *apetāla* L.
— *depressa* C. F. Schultz.
— *subulāta* (Sw.) Torr. et Gray.
Arenaria *serpyllifŏlia* L.
— *leptoclādos* (Guss.) Rchb.
Holostēum *umbellātum* L.
Cerastium *semidecāndrum* L.
Gypsophĭla *murālis* L.
Vaccaria *segetālis* (Neck.) Gke. (Saponaria *vaccaria* L.)
Silēne *conica* L. (Westl. Gebiet, neuerdings im Nordosten sich einbürgernd.)
— *gallica* L.
— *dichotōma* Ehrh. (Nieder-Oesterreich, neuerdings in nördliches Gebiet verschleppt.)
— *linicŏla* Gmel. (Unter Flachs im südwestl. Gebiet.)
— *cretica* L. (Desgl.)
Melandrўum *noctiflōrum* (L.) Fr.
Agrostēmma *githāgo* L. Rade.
Montia *minor* Gmel.
Adōnis *aestivālis* L.
— *flammĕus* Jacq.
Myosūrus *minimus* L.
Ceratocephălus *falcātus* (L.) Pers. (Südöstliches Gebiet bis Thüringen und Ulm.)
— *orthocĕras* DC. (Südöstl. Gebiet bis Böhmen.)
Ranuncŭlus *sardōus* Crtz. (R. *phlonōtis* Ehrh.)
— *arvĕnsis* L.
Nigella *arvĕnsis* L. (Fehlt im Nordwesten.)
Delphinium *consolida* L. Rittersporn.
Papāver *argemōne* L. } Klatschrose.
— *hybridum* L. }
— *rhoeas* L. }
— *dubium* L. }
Hypecōum *pendŭlum* L. (Pfalz u. Thüringen, eingeschleppt.)
Fumaria *officinālis* L. Erdrauch, wie die folgenden.
— *Schleicheri* Soy.-Will.
— *Vaillantii* Loisl.
— *parviflōra* Lmk. (Westl. Gebiet.)
— *densiflōra* DC. (Westl. Gebiet.)
— *rostellāta* Knaf. (Südöstl. Gebiet bis Unterharz.)
Barbarĕa *lyrāta* (Gil.) Aschs. (B. *vulgāris* R. Br.)
— — var. *iberica* (Willd.) DC. (B. *arcuāta* Rchb.)
— *intermedia* Bor. (Westl. Gebiet.)
Stenophrāgma *thalianum* (L.) Cel. (Arabis *thaliāna* L.)
Erysĭmum *cheiranthoĭdes* L.
— *repāndum* L. (Südöstliches Gebiet bis Thüringen und dem südlichen Hannover.)
— *orientāle* (L.) R. Br. (Fehlt im nördl. Gebiet.)

§. 311.

Erysimum *austriăcum* (Jacq.) Baumg. (Nieder-Oeſterreich.)
Brassica *rapa* L. var. *campēstris* L.
— *nigra* (L.) Koch. Schwarzer Senf.
Sinăpis *arvēnsis* L. Hederich.
— *alba* L. Weißer Senf.
Diplotăxis *murālis* (L.) DC. (Südl. u. weſtl. Gebiet, im übrigen verſchleppt.)
— *viminēa* (L.) DC. (Weſtl. Gebiet.)
Erophila *verna* (L.) E. Mey. Hungerblümchen. (Draba *verna* L.)
Camelina *microcărpa* Andrzj.
— *sativa* (L.) Crtz.
— — var. *dentāta* (Willd.) Pers. (Unter Flachs.)
Thlaspi *arvēnse* L. Pfennigkraut.
— *alliacēum* L. (Selten im ſüdl. Gebiet.)
— *perfoliātum* L.
Ibēris *amāra* L. (Südl. u. weſtl. Gebiet.)
Lepidium *sativum* L. Kreſſe. (Unter Flachs.)
— *campēstre* (L.) R. Br.
Myagrum *perfoliātum* L. (Südl. Gebiet.)
Vogelia *paniculāta* (L.) Horn. (Neslēa *paniculāta* Desv.)
Calepina *Corvīni* (All.) Desv. (Weſtliches Gebiet.)
Bunias *erucāgo* L. (Südliches Gebiet.)
Rapistrum *perēnne* (L.) All. (Südöſtliches Gebiet bis Magdeburg.)
— *rugōsum* (L.) All. (Weſtl. Gebiet.)
Raphanus *raphanīstrum* L.
Viola *tricŏlor* L. Stiefmütterchen.
— — var. *arvēnsis* Murr.
Hypericum *humifūsum* L.
Althaea *hirsūta* L. (Weſtl. Gebiet.)
Hibiscus *trīonum* L. (Südöſtl. Gebiet bis Mähren. Beſonders unter Mais.)
Geranium *dissĕctum* L.
— *rotundifolium* L. (Weſtl. und ſüdl. Gebiet.)
Erodium *cicutarium* (L.) L'Hér.
— — var. *pimpinellifolium* (Willd.)
Oxalis *stricta* L.
— *corniculāta* L.
Radiola *multiflōra* (Lmk.) Aschs.
Euphorbia *helioscopia* L.
— *platyphyllos* L.
— *peplus* L.
— *falcāta* L. (Südl. u. mittl. Gebiet.)
— *exigua* L.
Bunium *bulbocastānum* L. (Weſtl. u. ſüdl. Gebiet.)
Bupleurum *rotundifolium* L.
Orlaya *grandiflōra* (L.) Hoffm. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
Daucus *carōta* L. Mohrrübe.
Caucalis *daucoīdes* L.
— — var. *muricāta* (Bischoff). (Südöſtl. Gebiet.)
Turgenia *latifolia* (L.) Hoffm. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
Torilis *neglecta* R. et. Sch. (Nieder-Oeſterreich.)
— *infēsta* (L.) Koch.
— *nodōsa* (L.) Gaertn. (Nordſeemarſchen.)
Scandix *pecten Venĕris* L.
Bifora *radĭans* M. B. (Südöſtl. Gebiet bis Böhmen.)
Sedum *rubens* L. (Crassula *rubens* L.) (Weſtl. Gebiet.)
Saxifraga *tridactylītis* L.
Thymelaea *passerīna* (L.) Coss. Germ. (Passerina *annua* Wickstr.)
Rubus *caesius* L.
Alchemilla *arvēnsis* (L.) Scop.
Medicago *hispida* Urban. (Südl. u. weſtl. Gebiet.)
Medicago *lupulīna* L. Gelbklee.
Trifolium *arvēnse* L.
— *procumbens* L.
— *minus* Sm. (*filiforme* auct. nec L.)
Vicia *hirsūta* (L.) Koch.
— *cracca* L.
— *villōsa* Rth. (Beſonders öſtl. Gebiet.)
— *sativa* L.
— *angustifolia* All.
Lathyrus *tuberōsus* L. Erd- oder Schweinsnuß.
— *hirsūtus* L.
Anagallis *arvēnsis* L. Gauchheil.
Centunculus *minīmus* L.
Androsaces *elongātum* L.
— *maximum* L.
Convolvulus *arvēnsis* L. Kleine oder Pädewinde.
Cuscuta *europaea* L. (Auf Wicken ꝛc.) } Stengelſchmarotzer-Seide.
— *epithymum* Murr. (Auf Klee, Luzerne.) } Stengelſchmarotzer-Seide.
— *epilinum* Weihe. (Auf Flachs.) } Stengelſchmarotzer-Seide.
Heliotropium *europaeum* L. (Weſtliches Gebiet.)
Anchusa *arvēnsis* (L.) M. B.
Nonnea *pulla* (L.) DC. (Oeſtl. Gebiet.)
Echium *vulgāre* L.
Lithospermum *arvēnse* L.
Myosotis *arenaria* Schrad.
— *versicŏlor* (Pers.) Sm.
— *intermedia* Lk.
Solanum *nigrum* L. } Nachtſchatten.
— *villōsum* Lmk. } Nachtſchatten.
Antirrhinum *orontium* L.
Linaria *elatine* (L.) Mill.
— *spuria* (L.) Mill. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *arvēnsis* (L.) Desf. ex p.
— *minor* (L.) Desf.
Veronica *arvēnsis* L.
— *acinifolia* L.
— *triphyllos* L.
— *praecox* All.
— *persica* Poir. (Seit Anfang d. Jahrh. aus Südoſt-Europa eingeſchleppt.)
— *opaca* Fr.
— *agrēstis* L.
— *polita* Fr.
— *hederifolia* L.
— — var. *triloba* Opiz.
Euphrasia *odontites* L.
Alectorolophus *hirsūtus* All. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
Melampyrum *arvēnse* L.
Mentha *arvēnsis* L.
Lamium *amplexicaule* L.
— *intermedium* Fr. (Nördl. Gebiet.)
— *dissectum* With. (Nördl. und weſtl. Gebiet.)
— *purpurēum* L.
Galeopsis *angustifolia* Ehrh. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *ladānum* L. (G. *latifolia* Hoffm.)
— *villōsa* Huds. (G. *ochroleuca* Lmk.) (Fehlt im öſtl. Gebiet.)
— *tetrāhit* L.
— *speciōsa* Mill.
— *pubēscens* Bess. (Fehlt im weſtlichen Gebiet.)
Stachys *palūstris* L.
— *arvēnsis* L.
— *annua* L.
Ajuga *chamaepitys* (L.) Schreb. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
Teucrium *botrys* L. (Desgl.)

§. 311.

nche *pallidiflōra* Wimm. Grab. (Auf Cirsium *arvēnse* Scop.)
minor Sut. Kleeteufel. (Auf Trifolium *pratēnse* L.) } Wurzelschmarotzer.
naea *ramōsa* (L.) C.A.Mey. (Auf Hanf, Tabak.)
larĭa *speculum Veneris* (L.) Alph. DC.
hybrĭda (L.) Alph. DC. (Westliches Gebiet.)
rdĭa *arvēnsis* L.
ūla *arvēnsis* L.
n *aparine* L.
spurĭum L.
tricŏrne With.
saccharātum All. (Selten, wohl nur verschleppt.)
parisiēnse L.
anĕlla *olitoria* (L.) Poll. Rapünzchen, Schafmäulchen, Lämmersalat, wie die folgenden.
carināta Loisl.
rīmōsa Bast. (V. *auricŭla* DC.)
dentāta Poll.
triocārpa Desv. (Westl. Gebiet.)
ăgo *farfārus* L. Huflattich.
con *canadēnsis* L.
acer L.
ŏga *parviflōra* Cav. (Aus Südamerika seit Anfang des Jahrh. eingeschleppt.)
› *germanĭca* L.
arvēnsis L.

Filāgo *minĭma* (Sm.) Fr.
— *gallĭca* L. (Westl. Gebiet.)
Gnaphalĭum *lutĕo-album* L.
Anthĕmis *tinctorĭa* L.
— *austriāca* Jacq. (Südöstl. Gebiet.)
— *ruthenĭca* M. B. (Desgl.)
— *arvēnsis* L.
Chrysanthĕmum *chamomīlla* (L.) Bernh. Kamille.
— *inodōrum* L.
— *segĕtum* L. Wucherblume. (Besonders unter Hackfrüchten, stellenweise.)
Senecĭo *vulgāris* L. Kreuzkraut.
— *vernālis* W. K. (Jetzt allgemein: Wucherblume.)
Calendŭla *arvēnsis* L. (Westl. Gebiet.)
Centaurēa *cyānus* L. Kornblume.
— *calcitrāpa* L.
— *solstitiālis* L. (Südöstl. Gebiet, im übrigen oft verschleppt.)
Cirsĭum *arvēnse* (L.) Scop. Ackerdistel.
Arnosĕris *minĭma* (L.) Lk.
Hypochoëris *glabra* L.
Sonchus *oleracĕus* L.
— *asper* All.
— *arvēnsis* L.
Crepis *foetĭda* L.
— *setōsa* Hall. fil. (Südl. Gebiet, öfter verschleppt.)
— *tectōrum* L.
— *virens* Vill.
— *pulchra* L. (Westl. und südl. Gebiet.)
Thesĭum *humīle* Vahl. (Niederösterreich.)

b. Vorzugsweise in Gärten

(neben vielen der sub a. genannten).

ogălum *nutans* L.
Boucheānum (Kunth) Aschs. (= O. *chlorānthum* Sauter.)
um *verticillātum* L. Klebegras.
larĭa *media* (L.) Cir.
äce *oleracĕa* L. Portulak.
lens *parviflōra* DC. (Aus Mittelasien eingeschleppt.)
s *auctumnālis* L.
ĭculus *ficarĭa* L.

Fumarĭa *capreolāta* L. (Besonders Rheingebiet.)
Mercurĭālis *annua* L. Bingelkraut.
Aegopodĭum *podagrarĭa* L. Giersch.
Aethūsa *cynapĭum* L. Hundspetersilie.
Veronĭca *peregrīna* L.
Elssholzĭa *Patrīni* (Lep.) Gke. (E. *cristāta* Willd.)
Aristolochĭa *clematītis* L. Osterluzei.

c. Wegeränder und Hecken (h.).

lus *officinālis* Vill. (Cynŏdon *dactўlon* Rich.) (Bes. Rheingebiet.)
rĭa *cristāta* (L.) Pers.
chlŏa *dura* (L.) P. B. (Gern auf festgetretenen Wegen!)
ulbōsa L.
as *sterĭlis* L.
um *repens* L.
ium *maurĭtanum* L.
› *urens* L. } Brennnessel.
dioĕca L. }
ŏnum *dumetōrum* L. h.
x *crispus* L.
ex *nitens* Schk. (Südl. und östl. Gebiet.)
oblongifŏlium W. K. (A. *tatarĭcum* auct.) (Desgl.)
patūlum L.
hastātum L.
ĭum *caespitōsum* Gil. (C. *triviāle* Lk.).
arvēnse L.
drĭum *album* (Mill.) Gke.
ĭculus *repens* L.
bulbōsus L.

Glaucĭum *flāvum* Crtz. (Südöstl. Gebiet bis Thüringen.)
— *corniculātum* (L.) Curt. (Desgl.)
Chelidonĭum *majus* L. Schöllkraut.
Nasturtĭum *silvĕstre* (L.) Scop.
Sisymbrĭum *officināle* (L.) Scop.
— *sinapĭstrum* Crtz. (S. *pannonĭcum* Jacq.) (Südöstl. Gebiet, neuerdings oft verschleppt.)
— *Sophĭa* L.
— *strictissĭmum* L. h. (Bes. in Flußthälern.)
Erysĭmum *virgātum* Rth. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *crepidifŏlium* Rchb. (Desgl.)
Erucāstrum *obtusangŭlum* Rchb. (Südl. Gebiet.)
— *Pollichĭi* Sch. et Sp. (Westl. Gebiet, im übrigen vielfach verschleppt.)
Diplotăxis *tenuifolĭa* (L.) DC. (Desgl.)
— *murālis* (L.) DC. (Desgl.)
Berterŏa *incāna* (L.) DC. (Nicht überall.)
Lepidĭum *draba* L. (Im nördl. Gebiet, wo sie früher fehlte, neuerdings viel eingeschleppt.)

§ 311. Lepidium *graminifolium* L. (Weſtl. Gebiet.)
Capsella *bursa pastoris* (L.) Mnch.
Isatis *tinctoria* L.
Bunias *orientalis* L. (Oeſtl. Gebiet, im übrigen neuerdings verſchleppt.)
Reseda *lutea* L.
— *luteola* L.
Viola *odorata* L. Veilchen. h.
Malva *silvestris* L.
Geranium *pusillum* L.
— *molle* L.
— *divaricatum* Ehrh. (Oeſtl. Gebiet.)
— *Robertianum* L. h.
Euphorbia *platyphyllа* L.
— *Gerardiana* Jacq. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *cyparissias* L.
— *esula* L.
— *virgata* W. K. (Südöſtl. Gebiet, neuerdings auch ſonſt verſchleppt.)
Falcaria *sioides* (Wib.) Aschs. (F. *Rivini* Host.)
Pimpinella *saxifraga* L.
Torilis *anthriscus* (L.) Gmel. h.
Myrrhis *temula* (L.) All. h.
— *aromatica* (L.) Spr. (Oeſtl. Gebiet.)
Rosa, zahlreiche Formen.
Geum *urbanum* L. h.
Rubus, zahlreiche Formen.
Potentilla *canescens* Bess. (Fehlt im nördlichen Gebiet.)
— *argentea* L.
— *collina* Wib.
— *anserina* L.
Agrimonia *eupatoria* L. Odermennig.
Ononis *spinosa* L.
— *repens* L.
— *arvensis* L. (O. *hircina* Jacq.) (Oeſtl. Gebiet.)
Medicago *lupulina* L.
Melilotus *officinalis* Desr. } Steinklee.
— *albus* Desr. }
Trifolium *repens* L. Weißer Klee.
Lotus *corniculatus* L. Hornklee.
Coronilla *varia* L.
Vicia *sepium* L.
Calycostegia *sepium* (L.) R. Br. h.
Convolvulus *arvensis* L.
Asperugo *procumbens* L. h.
Cynoglossum *officinale* L. Hundszunge.
Anchusa *officinalis* L.
Verbascum *lychnitis* L.
— *nigrum* L.
Scrophularia *nodosa* L. h.
Linaria *vulgaris* Mill.
Veronica *chamaedrys* L.
— *serpyllifolia* L.
Mentha *rotundifolia* L. (Beſ. weſtl. Gebiet.)
— *silvestris* L.
Calamintha *acinos* (L.) Clairv.
Salvia *silvestris* L. (Beſ. ſüdöſtl. Gebiet.)
— *verticillata* L. (Desgl., neuerdings viel verſchleppt.)
Lamium *album* L. h.
— *maculatum* L. h.
Leonurus *cardiaca* L. h.
Plantago *media* L.
— *lanceolata* L.
Jasione *montana* L.
Campanula *patula* L.
— *rapunculus* L.
Bryonia *dioica* Jacq. (Weſtl. Gebiet.)
Galium *aparine* L. Klebkraut. h.
— *mollugo* L.
— *verum* L.
Ebulum *humile* Gke. (Sambucus *ebulus* L.)
Sambucus *nigra* L. Holunder. h.
Dipsacus *silvester* Mill.
Knautia *arvensis* (L.) Coult.
Tussilago *farfarus* L. Huflattich.
Xanthium *italicum* Moretti. (Elb-, Oder-, Weichſelgebiet, ſeit etwa 50 Jahren eingeſchleppt.)
Artemisia *absinthium* L. Wermuth.
— *pontica* L. (Fehlt im nördl. Gebiet.)
— *campestris* L.
— *vulgaris* L. Beifuß.
Achillea *millefolium* L. Schafgarbe.
Chrysanthemum *vulgare* (L.) Bernh. (Tanacetum *vulgare* L.) Rainfarn.
Senecio *Jacobaea* L.
Centaurea *jacea* L.
— *scabiosa* L.
— *rhenana* Bor. (C. *paniculata* Jacq.)
Lappa *officinalis* All. (L. *major* Gaertn.) h. } Klette.
— *glabra* Lmk. ex p. (L. *minor* DC.) }
— *tomentosa* Lmk. }
Onopordon *acanthium* L.
Carduus *acanthoides* L. }
— *crispus* L. h. }
— *nutans* L. } Diſtel.
Cirsium *lanceolatum* (L.) Scop. }
— *eriophorum* (L.) Scop. (Fehlt im nördl. Gebiet.) }
Lampsana *communis* L. h.
Cichorium *intybus* L. Wegwarte.
Picris *hieracioides* L.
Lactuca *scariola* L.
— *saligna* L.
— *muralis* (L.) Less. h.
Crepis *biennis* L.
Hieracium *stoloniflorum* W. K. (Oeſtl. Gebiet.)
— *praealtum* Vill.
— *cymosum* L.

d. Ruderal-Flora.

(In Ortſchaften, beſonders Dörfern; auf Mauern [m.].)

Asplenium *ruta muraria* L. m.
Poa *annua* L.
— *compressa* L. m.
Bromus *tectorum* L.
Hordeum *murinum* L.
Urtica *urens* L.
Parietaria *officinalis* L.
— — var. *diffusa* M. et K. m.
Polygonum *lapathifolium* L.
— *nodosum* Pers.
— *persicaria* L.
— *hydropiper* L.
Rumex *obtusifolius* L.
Rumex *scutatus* L. m.
Chenopodium *vulvaria* L.
— *bonus Henricus* L.
— *hybridum* L.
— *murale* L.
— *urbicum* L.
— *album* L.
— *opulifolium* Schrad.
— *glaucum* L.
— *rubrum* L.
— *foliosum* (Mnch.) Aschs. (Blitum *virgatum* L.) (Eingeſchleppt, meiſt unbeſtändig.)

Atriplex *roseum* L.
— *tataricum* L. (A. *laciniatum* auct.) (Südöstl. Gebiet, im übrigen eingeschleppt.)
Alsine *tenuifolia* (L.) Crtz.
Amarantus *retroflexus* L. (Eingeschleppt.)
Cheiranthus *cheiri* L. Goldlack, Gelbveigelein. m. (Rheingebiet, Halle.)
Sisymbrium *officinale* (L.) Scop.
— *austriacum* Jacq. m.
— *Loeselii* L. Häufig m.
— *irio* L.
— *columnae* L. (Steiermark, Niederösterreich, Mähren.)
Lepidium *ruderale* L.
Coronopus *squamatus* (Forsk.) Aschs. (Senebiera *coronopus* Poir.)
— *didymus* (L.) Sm. (Aus Amerika eingeschleppt: Hafenstädte, Sommerfeld, Schnepfenthal, Bern.)
Malva *neglecta* Wallr. (M. *vulgaris* Fr.)
— *rotundifolia* L. (M. *borealis* Wallm.)
Aethusa *cynapium* L. Hundspetersilie.
Chaerophyllum *anthriscus* (L.) Crtz. (Anthriscus *vulgaris* Pers.)
Conium *maculatum* L. Gefleckter Schierling.
Hedera *helix* L. Epheu. m.
Potentilla *supina* L.
Solanum *nigrum* L. } Nachtschatten.
— *villosum* Lmk. }
Hyoscyamus *niger* L. Bilsenkraut.
Datura *stramonium* L. Stechapfel.
Calamintha *nepeta* (L.) Clairv. m. (Stadtmauern von Nürnberg u. Dinkelsbühl, seit Jahrhunderten eingeschleppt. Im Mittelmeergebiet [und im Donauthale] auf steinigen Abhängen!)
Nepeta *cataria* L.
Lamium *album* L.
Ballota *nigra* L.
Leonurus *cardiaca* L.
Marrubium *vulgare* L. Andorn.
— *peregrinum* L. (Niederösterreich; verschleppt [seit Jahrhunderten] bei Eisleben.)
— *vulgare* × *peregrinum* (M. *pannonicum* Rchb.) (Mit der vorhergehenden Art.)
Verbena *officinalis* L. Eisenkraut.
Plantago *major* L. Wegeblatt.
Bryonia *alba* L. Zaunrübe.
Pulicaria *prostrata* (Gil.) Aschs. (P. *vulgaris* Gaertn.)
Xanthium *strumarium* L. Spitzklette.
— *spinosum* L. (Südöstl. Geb., zunächst aus dem südöstl. Europa eingeschleppt; stammt aber wahrscheinlich aus Südamerika.)
Anthemis *cotula* L. Hundskamille.
Chrysanthemum *parthenium* (L.) Bernh. (Aus Südeuropa eingeschleppt.)
— *suaveolens* (Pursh.) Aschs. (Matricaria *discoidea* DC.) (Aus Ostasien und West-Nordamerika eingeschleppt.)
Cotula *coronopifolia* L. (Aus Südafrika, seit ca. 150 Jahren im nordwestl. Gebiet eingeschleppt.)
Echinopus *sphaerocephalus* L. Oester m. (Aus Südeuropa eingeschleppt.)
Silybum *marianum* (L.) Gaertn. Mariendistel, Stichsaat. (Aus Südeuropa eingeschleppt.)

II. Montane Region (§. 300, b.).

§. 312.

In der montanen Region finden sich (selbstverständlich mit Ausnahme der Küstenflora; auch die in dieser Region entspringenden Salzquellen entbehren der charakteristischen Salinenflora!) noch sämmtliche der Ebene eigenen Standörtlichkeiten; doch bei der geringeren Ausdehnung der Gewässer und des kultivirten Bodens ꝛc. sind die sie bewohnenden Formationen weit einförmiger ausgebildet; ein großer Theil der für dieselben in der Ebene charakteristischen Arten verschwindet, und es kommen nur ganz ausnahmsweise neue Formen hinzu (wie z. B. *Gladiolus imbricatus* L. auf den Haferfeldern der östlichen Sudeten und Karpaten als Charakterpflanze auftritt; in der Ebene seltenere Wiesenpflanze). Dagegen tritt der Charakter der Region besonders hervor in der Vegetation der Felsen, sowie der Wälder (von denen hier bei der naturwüchsigeren Mischung der Formationen Wiese und Moor nicht mehr so scharf zu trennen ist als in der Ebene).

1) Felsen (bezw. steinige Abhänge).

(Steinige Abhänge = st. Kalk = k. Nicht auf Kalk = s.)

Flechten z. B. (nach Stein):
Ramalina *polymorpha* (Ach.)
Parmelia *sorediata* (Ach.) (Auch alpin.)
Umbilicaria *pustulata* (L.)
Gyrophora *hirsuta* (Ach.)
— *polyphylla* (L.) } (Auch alpin.)
— *deusta* (L.) }
Endocarpon *miniatum* (L.) (Auch alpin.)
Amphiloma *lanuginosum* (Ach.)
Gasparrinia *elegans* (Lk.)
Acarospora *glaucocarpa* (Whlbg.) k. (Auch alpin.)
Callopisma *variabile* (Pers.) k.
Lecanora *cenisia* (Ach.) (Auch alpin.)
— *caesio-alba* Kbr. k.
Lecanora *dispersa* (Pers.)
— *badia* (Pers.) (Auch alpin.)
— *petrophila* Th. Fries. s.
— *sulphurea* (Hoffm.) s. (Auch alpin.)
Mosigia *gibbosa* (Ach.) s.
Ochrolechia *tartarea* (L.) } (Auch alpin.)
— *pallescens* (L.) }
Haematomma *ventosum* (L.) s. (Auch alpin.)
Gyalecta *cupularis* (Ehrh.) k.
Pertusaria *corallina* (L.). s. (Auch alpin.)
Thalloedema *coeruleo-nigricans* (Lightf.). (*vesiculare* Hoffm.). k.
Biatora *leucophaea* (Flke.) s. (Auch alpin.)
Sphyridium *byssoides* (L.) (Auch alpin.)

§. 312.

Buellia *verruculōsa* (Borr.) s.
Lecidella *cyanea* (Ach.) s.
— *lithophila* (Ach.) (Auch alpin.)
— *punctata* (Kbr.)
— *pulvērea* (Dav.) (Auch alpin.)
Lecidea *jurana* Schaer. k.
Sarcogyne *clavus* (DC.) k.
Calicium *chlorinum* (Ach.)
— *citrinum* (Lightf.) s. (In der ſächſiſchen Schweiz: Schwefelmoos.)
Lithoecea *chloroleca* (Ach.). (Auch alpin; auf überfluteten Steinen.)
Sagedia *chloroleca* Ach.
Lecothecium *corallinoides* (Hoffm.)
Synechoblastus *flaccidus* Ach.

Lebermooſe z. B. (nach Limpricht):

Sarcoscyphus *Ehrhārti* Corda. (Auch alpin.)
Plagiochila *interrupta* Nees. k.
Scapania *undulata* (L.) M. et N. (Auch alpin.)
— *Bartlingii* (Hampe) Nees. k.
— *umbrosa* (Schrad.) Nees. (Auch alpin.)
Jungermannia *albicans* L. s. (Auch alpin.)
— *minuta* Crantz. s. (Wie vorige.)
— *nana* Nees. (Auch alpin.)
— *Muelleri* Nees. k.
— *alpestris* Schleich. s. (Auch alpin.)
Harpanthus *scutatus* (W. et M.) Spruce. s.
Mastigobryum *deflexum* (Mart.) Nees. s. (Auch alpin.)
Madotheca *laevigata* (Schrad.) Dumtr.
— *rivularis* (Dicks.) Nees. (Auch alpin.)
Lejeunea *calcarea* Lib. k.
Pellia *Neesiana* (Gottsche) Limpr. s.
— *calycina* (Tayl.) Nees. k.
Fimbriaria *pilosa* (Wahlenb.) Tayl.
Targionia *hypophylla* L. (T. *Micheli* Corda.)

Laubmooſe z. B. (nach Schimper u. Limpricht):

Gyroweisia *tenuis* (Schrad.) Schpr.
Gymnostomum *curvirostrum* (Ehrh.) Hedw. k.
Eucladium *verticillatum* (L. ?) Br. et Schpr. k.
Anoectangium *compactum* (Schleich.) Schwägr. s.
Dicranoweisia *crispula* (Hedw.) Schpr. s. (Auch alpin.)
Cynodontium *polycarpum* (Ehrh.) Schpr. s. (Auch alpin; Ebene ſelten.)
Dicranum *longifolium* Ehrh. (Auch alpin; Ebene ſelten.)
— *Starkii* Web. et Mohr. (Auch alpin.)
Seligeria *recurvata* (Hedw.) Br. et Schpr. s.
Blindia *acuta* (Dicks.) Br. et Schpr. s. (Auch alpin.)
Brachyodus *trichodes* (Web. et Mohr.) Fürnr. s. (Auch alpin.)
Cinclidotus *fontinaloides* (Hedw.) P. B. (Ueberrieſelte Steine und Holz.)
Grimmia *Donniana* Sm. s.
— *ovata* (Web. et Mohr). s. (Ebene ſelten.)
Rhacomitrium *microcarpum* (Hedw.) Brid. s.
— *heterostichum* (Hedw.) Brid. s.
— *fasciculare* (Dill.) Brid. s. (Auch alpin.)
Amphoridium *Mougeotii* Schpr. s. (Auch alpin.)
Ulota *Hutchinsiae* (Sm.) Schpr.
Orthotrichum *Sturmii* Hoppe et Hornsch. s. (Auch alpin.)
— *urnigerum* Myr. s. (Auch alpin.)
Encalypta *streptocarpa* Hedw. k. (Ebene ſelten.)
— *ciliata* (Hedw.) Hoffm. (Desgl.)
Schistostega *osmundacea* (Dicks.) Web. et Mohr. s. (Die Vorkeime im Dunkeln glänzend: „Goldmoos“ in der ſächſiſchen Schweiz.)
Bryum *Mühlenbeckii* Br. et Schpr. (Auch alpin.)
Zieria *julacea* (Dicks.) Schpr. k. (Auch alpin.)
Mnium *orthorrhynchum* Br. et Schpr. k.
Catascopium *nigritum* (Hedw.) Brid. (Auch alpin.)
Bartramia *Halleriana* Hedw. (Auch alpin.)
— *Oederi* (Gunn.) Sw. k. (Desgl.)
Timmia *megapolitana* Hedw. (Auch alpin.)
— *austriaca* Hedw. (Ebene ſelten.)
Dichelyma *falcatum* (Hedw.) Myrin. (Auch alpin; Ebene ſehr ſelten.)
Pseudoleskea *catenulata* (Brid.) Br. et Schpr. k. (Auch alpin.)
— *atrovirens* (Sm.) Br. et Schpr. (Auch alpin.)
Orthothecium *intricatum* (Hartm.) Br. et Schpr. (Auch alpin.)
— *rufescens* (Dicks.) Br. et Schpr.
Hypnum *Halleri* Sw. k. (Auch alpin.)
Andreaea *petrophila* Ehrh. s. (Auch alpin.)

Gefäßkryptogamen:

Hymenophyllum *tunbrigense* (L.) Sm. s. (Sandſtein. Sächſiſche Schweiz: Befort in Lurenburg.)
Allosorus *crispus* (L.) Bernh. s.
Asplenium *viride* Huds. k.
— *adulterinum* Milde. s. (Serpentin.)
— *fontanum* (Bernh.) k.
— *lanceolatum* Huds. (Rheinpfalz.)
— *septentrionale* (L.) Sm. s. (Ebene ſelten.)
— *germanicum* Weis. s. (Desgl.)
— *fissum* Kit. k. (Oeſtl. Alpen.)
— *Adiantum nigrum* L. (Ebene ſelten.)
— — var. *serpentini* Tausch. s. (Serpentin.)
Phegopteris *Robertiana* (Hoffm.) A. Br. k. (Ebene ſelten.)
Aspidium *rigidum* (Hoffm.) Sw. k. st.
Cystopteris *montana* (Lmk.) Bernh. k. st. (Alpen, Karpaten.)
Woodsia *hyperborea* (Lilj.) Koch. var. *ilvensis* (L.) R. Br. s. (Ebene ſehr ſelten.)

Phaneregamen:

Lasiagrostis *calamagrostis* (L.) Lk. k. st. (Mittlere Alpen.)
Moehringia *muscosa* L. st. (Alpen gemein; die Angaben außerhalb derſelben zweifelhaft.)
— *diversifolia* Dolliner. (Unter-Steiermark, Krain.)
Gypsophila *repens* L. st. (Alpen, ſüdl. Harz; an d. Flüſſen herabſteigend.)
Saponaria *ocymoides* L. st.
Arabis *alpestris* Schl.) Rchb. (*ciliata* Koch nec R. Br.). (Alpen; auch alpin.)
Draba *aizoon* Wahlenb. k. (Deutſcher Jura, Donauthal, Hegau.)
Aethionema *saxatile* (L.) R. Br. st. (Alpen; an der Iſar bis Landshut.)
Viola *biflora* L. (In den Alpen der alpinen Region angehörig; in den Mittelgebirgen aber hauptſächlich in der montanen Region, auch wo, wie in der Lauſitz, Sächſiſchen Schweiz, Thüringen, Weſtfalen überhaupt keine alpine vorhanden iſt!)
Laserpicium *siler* Lk. (Alpen, Jura; in's Lechfeld herabſteigend!)

Sedum *fabaria* Koch. (Bei Kassel bis ins Thal herabsteigend.)
— *dasyphyllum* L. (In der Ebene angepflanzt und verwildert.)
— *annuum* L. (Alpen, Vogesen, Schwarzwald.)
Saxifraga *decipiens* Ehrh. (Mittelgebirge; in den Alpen fehlend!)
— *tenella* Wulf. (Südöstl. Alpen; auch alpin.)
— *mutata* L. (In den Centralalpen alpin, in Württemberg und Baiern aber nur in der montanen Region resp. bis in die Ebene herab!)
Cotoneaster *tomentosus* Lindl. k. (Alpen.)
Potentilla *caulescens* L. k. (Alpen.)
Ononis *rotundifolia* L. st. (Westl. Alpen.)
Anthyllis *Jacquini* Kern. (*montana* Jacq. nec Koch.) (Oestl. Alpen.)
Cortusa *Matthioli* L. (Feuchte Felsen der obersten montanen und unteren alpinen Region. Alpen, von Unter-Engadin an östlich.)
Armeria *Hallери* Wallr. st. (Westl. Harz; auf Kiesbetten der Flüsse in die Ebene herabsteigend.)
Lappula *deflexa* (Wahlenb.) Gke. (Echinospermum *deflexum* Lehm.)
Cerinthe *alpina* Kit. (Alpen, auf Flußkies bis in die Ebene herabsteigend.)
Scrophularia *canina* L. (Flußkies der westl. (u. südl.) Alpen; im Rheinthal herabsteigend.)
Veronica *latifolia* L. (V. *urticifolia* Jacq.) (In die Ebene herabsteigend.)
Calamintha *alpina* (L.) Lmk. (Alpen; auch alpin.)
Senecio *nebrodensis* L. (Oestl. Alpen, von Unter-Engadin an.)
Leontodon *incanus* (L.) Schrk. st. (Südl. Gebiet, auch alpin; in die Ebene herabsteigend.)
Chondrilla *prenanthoides* (Scop.) Vill. (Kies der Alpenflüsse. Vgl. S. 733, §. 304.)
Crepis *alpestris* (Jacq.) Tausch. (Wie Leontodon *incanus*.)
Hieracium *piloselloides* Vill. (Wie Chondrilla *prenanthoides*.)
— *staticifolium* Vill.
— *porrifolium* L. (Alpen von Tirol an östlich; auch alpin.)
— *glaucum* All. (Alpen und Oesterreich, Mähren; auch alpin; auf Kiesbetten herabsteigend.)
— *bupleuroides* Gmel. (Alpen, Jura; auch alpin.)
— *pallidum* Biv. (= *Schmidtii* Tausch.)
— *humile* Jacq. (Auch alpin.)
— *Jacquini* Vill. (Alpen, Jura; auch alpin.)
— *amplexicaule* L. (Alpen; auch alpin.)

2) Wald (incl. Wiesen, Triften und Moor) (w.).

Die Waldbäume der montanen Region mit ihren oberen Grenzen sind S. 744, §. 313. §. 310., größtentheils aufgeführt. Hier wären nur noch folgende in der Ebene völlig oder fast ganz fehlende Arten hinzuzufügen:

Pinus *larix* L. (Larix *decidua* Mill., L. *europaea* DC.), Lärche. Einheimisch wohl nur in den Alpen (und nahe an der Gebietsgrenze in den Karpaten), selbst in den Sudeten vielleicht nur eingeführt, anderweitig im Gebiet nur angepflanzt und meist sehr mittelmäßig gedeihend. Sie reicht weit in die alpine Region hinauf und bildet mit der ganz der letzteren angehörigen Arve in der Regel die Baumgrenze. Ihre untere und obere Höhengrenze wird von Sendtner für die baierischen Alpen bei 907 m (2800′) bezw. 1829 m (5645′) angegeben; in den Centralalpen erreicht sie 2268 m (7000′).

Pinus *montana* Mill. var. *uliginosa* (Neumann), (*uncinata* Ramd.?) Durch, wenn auch niedrigen, doch stets baumartigen Wuchs von dem Knieholz der Sudeten, sowie der Legföhre (Latsche) der Alpen verschieden; vergl. auch S. 735, §. 305. Charakterbaum auf Hochmooren der Sudeten, 400 m (1230′) bis 750 m (2315′), des Erzgebirges, des Böhmerwaldes, auch im innern Böhmen z. B. bei Marienbad, Oberpfalz, sowie vereinzelt in der Ebene bei Bunzlau, Görlitz und Wittingau in Südböhmen.

a. Sträucher der montanen Region.

Betula *nana* L. w. (Hochmoore, vergl. S. 736, §. 305.)
Salix *daphnoides* Vill. (Ufer der Alpen-, Karpaten- und Sudetenflüsse, in die Ebene herabsteigend. Sonst nur Meeresdünen, vergl. S. 730, §. 302., und S. 733, §. 304.)
— *incana* Schrk. (Ufer der Alpen- und Karpatenflüsse, in die Ebene herabsteigend; vergl. S. 733, §. 304.)
— *silesiaca* Willd. (Sudeten, Karpaten.)
— *grandifolia* Ser. (Alpen, Schwarzwald; auch alpin.)
Atragene *alpina* L. (Kletternd; auch subalpin.)
Myricaria *germanica* (L.) Desv. (Wie Salix *incana*).
Chamaebuxus *alpestris* Spach. (Alpengebiet bis in die Ebene; westl. Böhmen, Voigtland.)
Euonymus *latifolius* Scop. (Südliches Gebiet.)
Ribes *alpinum* L. (Ebene seltener.)
— *petraeum* Wulf. (Alpen, Sudeten; Grenze der montanen und alpinen Region.)
Daphne *laureola* L. (Südl. Gebiet.)
Rosa *alpina* L. (Auch alpin.)
— *glauca* Vill. (*Reuteri* God.) (Ebene seltener.)
— *spinulifolia* Demntra. (Alpen; Sudeten selten.)
Rubus *Kochleri* W. et N. (Ebene seltener.)
— *hirtus* W. et K. (Wie vorige.)
Erica *herbacea* L. (E. *carnea* L.) (Verbreitung wie Chamaebuxus *alpestris*; findet sich aber auch durch die ganze alpine Region.)
Sambucus *racemosa* L. (Ebene selten.)
Lonicera *nigra* L.
— *coerulea* L. (Auch alpin; Ebene selten; Alpen, Baier. Wald.)
— *alpigena* L. (Südl. Gebiet.)

§. 313. b. Sonſtige Charakterpflanzen der Wälder ꝛc. der montanen Region.

Algen, z. B.:
Cladophŏra *sudetica* Ktzg.
Chroolĕpus *abietinum* Kg. (An Stämmen von Nadelholz.)
Batrachospĕrmum *ragum* Ag.
Chantransia *Hermanni* Desv.
Hildenbrandtia *rivularis* Ag.

Flechten, z. B.:
Stereocaulon *paschale* (L.).
Cladonia *botrytes* (Hagen).
— *deformis* (L.) (C. *crenulata* Flke.).
Sphaerophŏrus *coralloides* Pers.
Cetraria *pinastri* (Scop.). (Meiſt auf Rinde; auch alpin; Ebene ſelten.)
Stictina *silvatica* (L.). (Meiſt Rinde.)
Menegazzia *pertusa* (Schrk.).
Peltigĕra *aphthosa* (L.).
— *spuria* (Ach.).
Pannaria *brunnea* (Sw.).
Haematŏmma *elatinum* (Ach.). (Tannenrinde.)
Thelotrĕma *lepadinum* (Ach.). (Nadelholzrinde.)
Phlyctis *argena* (Ach.). } (Rinde.)
— *agelaea* (Ach.). }
Biatŏra *granulosa* (Ehrh.). (Auch alpin.)
Abrothallus *parmeliarum* (Smf.).
Calicium *salicinum* (Pers.). (Laubholzrinde.)
Cyphellum *melanophaeum* (Ach.). (Rinde.)
Endopyrenium *trapeziforme* (Müll.).
Arthopyrenia *Persoonii* (Mass.).
Atichia *glomerulosa* (Ach.) (*Mougeoti* Flotow). (An Tannen.)
Physma *compactum* Kbr.
Leptogium *lacerum* (Sw.). (Auch alpin, Ebene ſelten.)

Lebermooſe, z. B.:
Jungermannia *lanceolata* Nees.
— *quinquedentata* Web.
— *curvifolia* Dicks.
Geocălyx *graveolens* (Schrad.) Nees.
Aneura *palmata* (Hedw.) Dumtr.
Grimaldia *barbifrons* Bisch. } Sonnige begraste
Reboulia *hemisphaerica* (L.) Raddi. } Abhänge.
Nothothylas *fertilis* Milde. (Aecker in Schleſien und Böhmen.)
Riccia *Bischoffii* Hüben.

Laubmooſe, z. B.:
Bruchia *vogesiaca* (Hornsch.) Schwägr. (Auf Dünger.)
Dicranum *Mühlenbeckii* Br. et Schpr. } (Auch alpin.)
— *fuscescens* Turn. }
— *Sauteri* Br. et Schpr.
Trichŏdon *cylindricus* (Hedw.) Schpr. (Ebene ſelten.)
Distichium *capillaceum* (L.) Br. et Schpr. (Auch alpin; Ebene ſelten.)
Barbula *tortuosa* (L.) Web. et Mohr. (Wie vorige.)
Ulota *Drummondii* (Hook. et Grev.) Brid. (Auch alpin.)
Tayloria *serrata* (Hedw.) Br. et Schpr. } (Auf Dünger; auch subalpin.)
— *splachnoides* (Schleich.) Hook. }
Splachnum *sphaericum* L.
Bryum *Duvalii* Voit. (Auch alpin.)
Mnium *spinosum* (Voit.) Schwgr. (Wie vorige.)
Oligotrichum *hercynicum* (Ehrh.) DC. (Auch alpin.)
Pogonatum *alpinum* (L.) Roehl. (Auch alpin.)
Fontinalis *gracilis* Lindl. } (In Bächen.)
— *squamosa* L. }
Pterygophyllum *lucens* (L.) Brid. (Ebene ſelten.)
Leskea *nervosa* (Schwgr.) Rbh. (Auch alpin; Ebene ſelten.)
Pterigynandrum *filiforme* (Timm) Hedw. (Wie vorige.)
Brachythecium *Geheebii* Milde.
Plagiothecium *undulatum* (L.) Br. et Schpr.
Amblystegium *subtile* (Hoffm.) Br. et Schpr. (Ebene ſeltener.)
Hypnum *callichroum* Brid. (Auch alpin.)

Gefäßkryptogamen:
Selaginella *helvetica* (L.) Spring. (Alpengebiet bis in die Ebene, Oberſchleſien, Hohe Veen [?].)
Isoëtes *lacustris* L. (Gebirgsſeen der Alpen, des Wasgen-, Schwarz- und Böhmerwaldes und des Rieſengebirges, gegen die obere Grenze der Region.)
— *echinospora* Durieu. (Wasgen- und Schwarzwald. Vgl. S. 737, §. 303.)
Aspidium *Lonchitis* (L.) Sw. (Ebene ſehr ſelten.)
— *lobatum* (Huds.) Sw. (Ebene ſelten.).
— *Braunii* Spenn.
Cystoptĕris *sudetica* A. Br. et Milde. (Sudeten, Karpaten.)

Phanerogamen:
Erythronium *dens canis* L. (Diesſeit der Alpen nur Böhmen, Steiermark, weſtl. Schweiz.)
Veratrum *nigrum* L. (Diesſeit der Alpen nur Oeſterreich und Steiermark.)
Streptŏpus *amplexifolius* (L.) DC. (Ebene ſehr ſelten.)
Polygonatum *verticillatum* (L.) All. (Ebene ſelten.)
Luzula *flavescens* (Host) Gaud. (Alpen, Karpaten.)
— *silvatica* (Huds.) Gaud. (= *maxima* DC.) (Auch alpin; Ebene ſelten.)
— *nemorosa* (Poll. ex p.) E.Mey. (Luzula *albida* DC.) (Ebene ſeltener.)
— *nivea* (L.) DC. (Alpen.)
Carex *ornithopoda* Willd. (Auch alpin.)
— *alba* Scop. (Alpen, Jura, bis in die Rhein- und Donau-Ebene herabſteigend.)
Calamagrostis *villosa* (Vill.) Mutel. (= *Halleriana* DC.) (Auch alpin: Ebene ſelten.)
— *varia* (Schrad.) Lk.
Poa *Chaixi* Vill. (= *sudetica* Haenke.) (Auch alpin; Ebene ſelten.)
Festuca *silvatica* (Huds.) Vill. (Ebene ſeltener.)
— *montana* M. B. (*drymeia* M. et K.) (Nieder-Oeſterreich, Mähren.)
Orchis *sambucina* L. (Ebene ſeltener.)
Neottia *cordata* (L.) Rich. (*Listera* R. Br.) (Ebene ſelten.)
Microstylis *monophyllos* (L.) Lindl. (Wie vorige.)
Stellularia *bulbosa* Wulf. (Krain, Unter-Steiermark.)
Anemone *trifolia* L. (Südöſtl. Alpen.)
Ranunculus *aconitifolius* L. (Kaum in die alpine Region reichend.)
— *nemorosus* DC. (Auch alpin.)
Helleborus *niger* L. Schwarze Nieswurz. (Oeſtliche Alpen, von Berchtesgaden an.)
— *viridis* L. (In der Ebene oft verwildert.)

Aquilegia *atrāta* Koch. (Alpen.)
— *Einseleāna* F.Schultz. (Mittlere Alpen.)
Aconītum *napēllus* L. Eisenhut, wie die folgenden. (Auch alpin; Ebene selt.)
— *Stoerkiānum* Rchb. (Bastard von A. *napēllus* mit A. *variegātum* L., bezw. A. *paniculātum* Lmk.)
— *variegātum* L. (Wie A. *napēllus*.)
— *paniculātum* Lmk. (Kaum alpin.)
— *lycoctōnum* L. (Wie A. *napēllus*.)
Arābis *alpēstris* Rchb. (*ciliāta* Koch nec R. Br.) w. (Auch alpin.)
— *Hallēri* L. w. (Fehlt im westl. Gebiet; an den Flüssen in die Ebene herabsteigend.)
Cardamine *trifolia* L. (Fehlt im westl. Geb.)
Dentaria *enneaphyllos* L. (Fehlt im westl. Gebiet; Ebene sehr selten.)
— *digitāta* Lmk. (Südwestl. Gebiet bis Oberbaiern.)
— *polyphylla* W. K. (Alpen.)
— *pinnāta* Lmk (Oberrheingebiet.)
Lunaria *rediviva* L. (Ebene selten.)
Geranium *phaeum* L.
mit var. *lividum* (L'Hér.) auch w. (Südl. Gebiet einheimisch, sonst verwildert.)
— *pyrenaicum* L. (Wie vorige.)
Euphorbia *amygdaloides* L.
Angelica *montāna* Schl. (Alpen.)
Tommasinia *verticillāris* (L.) Bertol. (Alpen; diesseit selten.)
Chaerophyllum *nitidum* Wahlenb. (Anthriscus *alpēstris* Jord.) (Ebene selten.)
Myrrhis *aurea* (L.) All.
— *hirsūta* (L.) All. (An Bächen und Quellen; auch alpin; Ebene selten.)
Pleurospermum *austriăcum* (L.) Hoffm. (Fehlt im nordwestlichen Gebiet; Ebene selten.)
Epilobium *trigonum* Schrk. (Auch alpin.)
Rubus *chamaemōrus* L. w. (Hochmoore des Riesengebirges; auch alpin.)
Arūncus *silvēster* Kost. (Spiraea *arūncus* L.)
Trifolium *spadicēum* L. w. (Ebene selten.)
Vicia *oroboides* Wulf. (Steiermark, Kärnten, Krain.)
Pirola *media* Sw. (Ebene selten.)
Lysimachia *nemōrum* L. (Ebene seltener.)
Primula *elatior* (L.) Jacq. (Auch alpin; Ebene seltener.)
Soldanella *montāna* Willd. (Oestl. Alpen; Böhmer Wald.)
Cyclamen *europaeum* L. Alpenveilchen. (Alpengebiet bis in die Ebene; östl. Böhmen, Mähren.)
Cynoglossum *germanicum* Jacq. (= *montānum* Lmk.)
Atropa *belladonna* L. Tollkirsche.
Digitalis *purpurea* L. Rother Fingerhut. (Ebene seltener; fehlt im östlichen Gebiet.)
— *lutea* L. (Südwestl. Gebiet.)
Melampyrum *silvaticum* L. (Kaum alpin; in der Ebene selten).
Salvia *glutinōsa* L. (Fehlt im westl. und nördl. Gebiet.)
Stachys *alpina* L.
Orobanche *rapum genistae* Thuill. (Auf Sarothamnus; westliches Gebiet, auch hie und da in der Ebene.)
— *scabiosae* Koch. (Auf Cynareen; Alpen.)
— *flava* Mart. (Auf Petasites; Alpen, Sudeten, Karpaten.)
— *lucorum* A. Br. (Auf Berberis und Rubus; mittlere Alpen.)
Orobanche *salviae* F. Schultz. (Auf Salvia *glutinōsa*; Alpen.) §. 313.
Gentiana *asclepiadea* L. (Auch alpin; Alpen, Sudeten, Karpaten; an den Flüssen in die Ebene herabsteigend.)
— *utriculōsa* L. w. (Alpen; an den Flüssen herabsteigend.)
— *obtusifolia* Willd. w.
Phyteuma *spicatum* L. var. *nigrum* Schmidt. (Fehlt im östl. Gebiet; Ebene selten, meist nur verschleppt.)
— *Halleri* All. (Alpen.)
Campanula *rhomboidālis* L. (Westl. Alpen, Jura; auch alpin.)
— *latifolia* L. (Ebene seltener.)
Galium *rotundifolium* L. (Ebene seltener.)
Valeriana *tripteris* L. (Auch alpin.)
— *montana* L. (Alpen, Karpaten; auch alpin.)
Knautia *silvatica* (L.) Duby. (Auch alpin.)
Adenostylis *alliariae* (Gouan) Kern. (*albifrons* Rchb.) (Auch alpin.)
— *alpina* (L.) Bl. et Fing.
Homogyne *alpina* (L.) Cass.
Petasites *albus* (L.) Gaertn. (An Bächen &c.)
— *nivēus* (Vill.) Baumg. (Wie vorige; auch alpin.)
Bellidiastrum *Michelii* Cass. w. (Auch alpin.)
Buphthalmum *salicifolium* L. (Südliches Gebiet; auch alpin.)
Achillea *macrophylla* L. (Westl. Alpen; auch alpin.)
— *fanacetifolia* All. (Westl. u. östl. Alpen.)
Doronicum *austriăcum* Jacq. (Oestliche Alpen, Sudeten.)
Senecio *tyratifolius* Rchb. w. (Alpen.)
— *cordifolius* Gouan. (*cordātus* Koch.) (Alpen; auch alpin.)
— *auriculātus* (Jacq.) Dalla Torre. (*subalpinus* Koch.) (Oestliche Alpen, Karpaten.)
— *nemorensis* L. (Auch alpin.)
— *sarracenicus* L. (*Fuchsii* Gmel.) (Ebene selten.)
Centaurea *pseudophrygia* C. A. Mey. (C. *phrygia* Koch nec L.) (Auch alpin; Ebene selten.)
— *nigra* L. (Westl. Gebiet.)
— *montana* L. (Auch alpin.)
Carduus *personāta* (L.) Jacq. (Auch alpin.)
— *pauciflōrus* (W. K.) Spr. (Steiermark, Krain.)
— *defloratus* L. (Südliches Gebiet bis Hessen u. Thüringen; auch alpin; Ebene selten.)
Cirsium *erisithales* (L.) Scop. (Alpen.)
— *heterophyllum* (L.) All. w. (Auch alpin; Ebene selten.)
Aposeris *foetida* (L.) Less. (Alpen; auch alpin; in der Ebene herabsteigend.)
Willemetia *stipitāta* (Jacq.) Dalla Torre. (*apargioides* Cass.) w. (Alpen, Baier. Wald; auch alpin und Ebene.)
Prenanthes *purpurea* L. (Ebene selten.)
Mulgedium *alpinum* (L.) Cass. (Auch alpin.)
Crepis *grandiflora* (All.) Tausch. w. (Alpen, Sudeten; auch alpin.)
— *sibirica* L. (Sudeten im Kessel des Gesenkes.)
Hieracium *iserānum* Uechtr. w. (Riesengebirge; auch alpin.)
— *prenanthoides* Vill. (Südl. Gebiet bis zu den Sudeten; auch alpin.)
— *gothicum* Fr. (H. *laevigātum* v. *alpestre* (F. Schultz.) Uechtr.)
Thesium *pratense* Ehrh. w. (Auch alpin und Ebene.)

Literatur. Sendtner, Vegetationsverhältnisse Südbayerns. — W. P. Schimper, Synopsis Muscorum europaeorum. Ed. II, Stuttgart 1876, Vol. I, p. LIII sq. — F. Cohn, Kryptogamen-Flora von Schlesien. Bd. I, II. Breslau 1876—1879. (Laub- und Lebermoose von Limpricht, Flechten von Stein.)

III. Alpine Region (§. 300, c.).

§. 314. In der alpinen Region sind die in der Ebene unterschiedenen Standörtlichkeiten theils ganz verschwunden (kultivirter Boden), theils von so geringer Bedeutung, daß eine Unterscheidung besonderer Standortsfloren hier nicht mehr zweckmäßig erscheint. Die Ruderalflora ist fast nur in den Umgebungen der Sennhütten (in den Sudeten Bauden) vertreten[1], die durch einzelne Ammoniak liebende Arten sich auszeichnen. Die Gewässer treten noch mehr zurück als in der montanen Region; hauptsächlich kommen die Anhäufungen gefrorenen Wassers, (Gletscher, Ferner, Kees) als das Klima lokal beeinflussende (deprimirende) Faktoren in Betracht. Auch der Wald dieser Region zeigt bei seiner lichten Beschaffenheit und dem noch mehr als in der montanen Region flachgründigen Boden nicht mehr den Gegensatz seiner Flora gegen die der Felsen und sonnigen, steinigen Abhänge, wie in tieferen Lagen.

In dieser Region entfaltet sich die üppigste Pracht der Hochgebirgsflora, welche die Beachtung auch der sonst gegen die bescheidenen Reize der einheimischen Pflanzenwelt gleichgültigen Touristen erzwingt; freilich wird auch das Interesse an derselben zur Modesache und zum Gegenstande der Spekulation herabgewürdigt, wofür das Brockensträußchen, der Veilchenstein und das Korallenmoos des Riesengebirges, Alpenrose, Edelweiß und Edelraute der Alpen nur zu bekannte Beispiele abgeben. „In weiten Flächen glänzen uns, Blüte an Blüte gedrängt, von dem kahlen Boden, über den sie sich kaum erheben, in buntem Farbenschmuck die mannichfachsten Blumen entgegen.“ In diesen bezeichnenden Worten Herm. Müller's sind die auffallendsten Eigenthümlichkeiten der Hochgebirgspflanzen charakterisirt, welche sie theils der Anpassung an das Klima ihrer Region, theils an die befruchtenden Insekten (überwiegend Schmetterlinge) verdanken. Niedrig und rasenförmig an Wuchs, fast stets ausdauernd, tragen sie zahlreiche, stets relativ, oft auch absolut große, lebhaft und rein gefärbte, honigreiche Blumen, welche nicht selten einen intensiven Duft verbreiten (*Daphne striāta*, welche nach Kerner's treffendem Vergleich Farbe und Duft der *Syringa* besitzt, *Nigritella*, *Gymnadenia odoratissima*). Der Reichthum an aromatischen Bestandtheilen giebt sich auch in der vorzüglicheren Qualität des Alpenheus zu erkennen, wie denn die Produkte der Milchwirthschaft dieser Region (des einzigen wichtigen Erwerbzweiges) die des Thales bei weitem übertreffen.

a. Bestandbildende Holzgewächse.

Pinus *cembra* L., Arve, Zirbelkiefer. Nur in den Alpen (und Karpaten), nicht allgemein verbreitet, oft mit der Lärche (S. 757, §. 313.) gemischt, Wald bildend, Holz als Nutzholz (Tischlerei, Schnitzerei) sehr geschätzt. Untere Grenze in den baierischen Alpen 1526 m (4711') obere 1861 m (5746'). In den Central-Alpen erreicht sie 2268 m (7000').

Pinus *montāna* Mill. In dieser Region in den Alpen und einigen Mittelgebirgen allgemein verbreitet, meist für sich waldähnliche Bestände bildend; von niederliegend-strauchartigem, selten baumartigem Wuchs (so P. *obliqua* Saut., Spirke). Obere Grenze in den baierischen Alpen 2024 m (6248') in den Centralalpen mindestens bis 2268 m (7000'). Steigt vielfach in die montane Region, besonders bis auf die Moore der Ebene herab. Findet sich in zwei neuerdings auch von Willkomm und Christ nach dem Bau der Zapfenschuppen unterschiedenen Formen.

— var. *Mughus* (Scop.). Legföhre, Latsche. Oestlichere (meist Kalk-) Alpen.

— var. *pumilio* (Haenke). Knieholz. Alpen, Schwarzwald, Böhmerwald, Riesengebirge; auf kieselhaltigen Gesteinen. (Die „Filzkoppe“ der oberbaierischen Moore (S. 735, §. 305.) wird von Sendtner zu dieser Form gezogen, die bei diesem Schriftsteller übrigens die var. *uliginōsa* (Neum.) (S. 757, §. 313.) einschließt.

---

1) Die Umgebungen der neuerdings zahlreich in dieser Region (selbst noch in der nivalen) errichteten Hotels zeichnen sich meist nur negativ durch eine ausgedehnte Zerstörung der umgebenden Vegetation aus. Nur einzelne der §. 311, S. 754 u. 755, aufgezählten (z. B. *Capsella bursa pastōris*) steigen bis in diese Region.

Alnaster *alnobetula* (Ehrh.) Schwf. (Alnus *viridis* DC.). Bergerle, Druſe, Droſſel. Meiſt §. 314.
ſtrauchartig, wie die Legföhre, welche (kalkliebende!) Holzart ſie beſtandbildend auf thonigem und ſandigem Boden vertritt, ohne indeß auf dem Kalk völlig zu fehlen. Sie findet ſich in den Alpen und im Schwarzwalde. Als ihre Höhengrenzen in den baieriſchen Alpen giebt Sendtner bezw. 1403 m (4331′) und 1851 m (5713′) an, doch ſteigt ſie vielfach (nicht nur an Flüſſen!) in die oberbaieriſche und die ſchwäbiſche Ebene herab.

b. Sonſtige Sträucher der alpinen Region.

(A. Alpen. W. Wasgenwald, vulgo Vogeſen. Schw. Schwarzwald. S. Sudeten. k. Kalk. s. nicht auf Kalk.)

Junipĕrus *nana* Willd. A., S. (Dort auch montane Region.)
Sabīna *officinālis* Gke. (*Junipĕrus* S. L.) Sadebaum, Sefel. (In die montane Region herabſteigend.)
Salix *bicŏlor* Ehrh. S., Harz.
— *arbuscŭla* L. A.
— *glabra* Scop. (Oeſtlichere Alpen.)
— *hastāta* L. A. S. (Auch montan.)
— *lappōnum* L. A., S., Karpaten.
— *myrsinītis* L. A.
— *reticulāta* L. A.
— *retūsa* L. A.
— *herbacĕa* L.
Rhamnus *alpīna* L. A. (Auch montan.)
— *pumīla* L. k. A. (Auch montan.)
Empĕtrum *nigrum* L. A. und Mittelgebirge. (Norddeutſche Ebene, vergl. S. 736, §. 305.)
Daphne *alpīna* L. A.
— *striāta* Tratt. Bergnägele. A.
Pirus *chamaemespilus* (L.) DC. A. (Auch montan.)
— var. *sudētica* Tausch. S. (Grenze der montanen und alpinen Region.)
Arctostaphylos *alpīna* (L.) Spr. A.
Loiseleuria *procumbens* (L.) Desv. (Azalĕa *procumbens* L.) A. (Gern mit Flechten, z. B. Cetraria *cucullāta*, *nivālis*.)
Rhododēndron *ferrugĭnĕum* L. Alpenroſe, Almrauſch, wie die folg. s. A. Jura. (Zuweilen ins Thal herabſteigend, ſelbſt in der Ebene vereinzelt.)
— *hirsūtum* L. k. A. (Bis in die oberbaieriſche Ebene herabſteigend.)
— *intermedĭum* Tausch. (Baſtard der beiden vorigen, daher nur an den nicht zahlreichen Orten, wo ſie zuſammen vorkommen.)
— *chamaecīstus* L. k. (Oeſtlichere A., von Tirol und Oberbaiern an.)

c. Nicht holzige Charakterpflanzen der alpinen Region.

Algen, z. B.:
Chroolĕpus *Iolithus* Ag. A. S. Veilchenmoos. (Als „Veilchenſtein“ im Rieſengebirge zum Kauf angeboten.)
Flechten (in der Regel auf Felſen), z. B. (meiſt nach Stein):
Alectoria *sarmentōsa* (Ach.) Erde, Holz. A., S., Harz. (Auch montan.)
— *ochroleūca* (Ehrh.) s.
Cornicularia *tristis* (Web.) A., W., S., Harz.
Evernia *vulpīna* (L.). Holz, A., S. (In der Ebene ſehr ſelten.)
Thamnolia *vermicularis* (Sw.). A., S., Erde.
Stereocaulon *alpīnum* Laur. Erde. A., S.
Cladonia *bellidiflōra* (Ach.). Erde, A., S., Harz. Korallenmoos.
Sphaerophŏrus *fragĭlis* (L.). Felſen, Erde, A., W., S., Harz.
Cetraria *cucullāta* (Bell.). Erde, A., W., S.
— *nivālis* (L.). Erde, A., S.
Parmelia *fahlunēnsis* (L.). A., W., S., Harz.
Solorina *saccāta* (L.). Erde, A., S., Harz.
Gyrophŏra *spodochroa* (Ehrh.) (*vellĕa* Kbr.) (Wallr.). A., S.
— *cylindrica* (L.). A., S.
Massalongia *carnōsa* (L.) Dicks. A., S.
Dimelaena *oreina* (Ach.) A., S. (Montan.)
Ionaspis *suaveolens* (Ach.). A., S. (Veilchenſtein-Geruch.)
— *odora* (Ach.). A., S. (Desgl.)
Lecidella *aylacea* (Smf.). A., Böhmerwald, S.
— *Mosigii* (Hepp.). s. A., S.
— *Dicksoni* (Ach.). s. A., S.
— *pantherina* (Ach.). S.
— *limosa* (Ach.). Erde, A., S.
Lecidea *albo-coerulescens* (Wulf.). s. A., S. Harz.
— *cinereo-atra* (Ach.). s. A., S.
Mycoblastus *sanguinarius* (L.). Holz, ſelten Felſen. A., S., Harz.
Xylographa *parallela* (Ach.). Holz, W., S. Harz. (Auch montan.)
Ephebe *pubescens* (L.). A., S.
Thermutis *velutina* (Ach.). A., S.

Lebermooſe (ebenfalls meiſt an Felſen), z. B. (nach Limpricht):
Gymnomitrium *concinnātum* (Lightf.) Corda. s. A., W., S., Harz.
Scapania *uliginōsa* (Sw.) Nees. S., Harz.
Jungermannia *tersa* Nees. (Waſſerfälle; bis in die montane Region.) S. Harz.
— *obovāta* Nees. (Auch montan.) S., Harz.
— *lycopodioides* Wallr. Erde u. Felſen. W., Schw., Fichtelgeb., S., Harz.
— *Floerkei* Web. et Mohr. Meiſt Erde, A., W., Schw., Fichtelgeb., S., Harz.
— *setiformis* Ehrh. A., W., S., Harz.
— *julacea* Lightf. A., S.
— *Juratzkāna* Limpr. Erde, A., S.
Harpanthus *Flotowianus* Nees. Erde, Holz, A., S., Harz.
Mörckia *norwegica* Gottsche (Jungermannia *Blyttii* Mörck.) Hochmoor. S.

Laubmooſe (nach Schimper u. Limpricht):
Anoectangium *Hornschuchianum* Funck. A.
— *Sendtnerianum* Br. et Schpr. A. (Auch montan.)
Oreoweisia *serrulāta* (Funck) Schpr. A.
Cynodontium *virens* (Hedw.) Br. et Schpr. A., Harz, Karpaten.
Angstroemia *longipes* (Smf.) Br. et Schpr. A.
Dicranella *Grevilleana* Schpr. A.
— *subulāta* (Hedw.) Schpr. A., W., S. Rhein. Gebirge, Harz. (Auch montan.)
Dicranum *Blyttii* Br. et Schpr. A., S.
— *falcātum* Hedw. A., S.
Metzleria *alpina* Schpr. A.

§. 314. Stylosteglum *caespitĭcĭum* (Schwgr.) Br. et Schr. A.
Leptotrichum *glaucĕscens* (Hedw.) Hampe k. A., S. (Auch montan).
— *ragĭnans* (Sull.) Hampe. var. *nivĕum* (C. Müll.). A.
Distichlum *inclinātum* (Hedw.) Br. et Schpr. A., Schwäbiſcher Jura, S. (Auch montan.)
Desmatŏdon *latifŏlius* (Hedw.) Brid. A., W., S.
Barbŭla *bicŏlor* (Br. et Schpr.) Lindb. A.
— *mucronifŏlia* (Schwgr.) Br. et Schpr. A., S.
— *alpĭna* Br. et Schpr. A. (Auch montan.)
Grimmĭa *apiculāta* Hornsch. S., A., W. (Auch montan.)
— *funālis* (Schwgr.) Br. et Schpr. (*spirālis* Hook. et Tayl.) A., S., Harz.
— *alpēstris* Schleich. A., S.
— *elongāta* Kaulf. A.
— *unicŏlor* Grev. A., Harz.
— *atrāta* Mielichh. A.
Rhacomitrium *sudĕticum* (Funck) Bruch. et Schpr. S. A., W., S., Harz, Weſtfalen. (Auch montan.)
Amphoridium *lapponĭcum* (Hedw.) Schpr. S. A., W., S., Harz.
Orthotrichum *Killiasii* C. Müll. A.
— *alpēstre* Hornsch. A.
Encalypta *rhabdocārpa* Schwgr. A., Oberbaden, S. (Auch montan.)
Dissŏdon *Froelichiānus* (Hedw.) Grev. et Arn. A. (Auf thieriſchen Stoffen, wie die 3 folgenden.)
— *splachnoĭdes* (Thunb.) Grev. et Arn. Alpen.
Tetraplŏdon *angustātus* (L. fil.) Schpr. A., S. (Auch montan.)
— *mniŏĭdes* (L. fil.) Schpr. A., S.
Webĕra *commutāta* Schpr. (W. *Ludwigii* Schpr.). A., S., Harz.
— *pulchĕlla* (Hedw.) Schpr. A., S.
— *polymŏrpha* (Hoppe et Hornsch.) Schpr. A., S.
— *longicōlla* (Sw.) Hedw. A., S., Harz.
— *cucullāta* (Schwgr.) Schpr. A., W., S.
— *acumināta* (Hoppe et Hornsch.) Schpr. A.
Bryum *arcticum* (R. Br.) Br. et Schpr. A., Jura, S.
— *Mühlenbeckii* Br. et Schpr. A., S. (Auch montan.)
— *Blindii* Br. et Schpr. A.
Cinclidium *stygium* Sw. A. (Ebene ſelten.)
Aulacomnium *turgidum* (Wahlenb.) Schwgr. A.
Polytrichum *sexangulāre* Flörke. A., S.
Myurella *julacea* (Vill.) Br. et Schpr. A., S. (Ausnahmsweiſe St. Gear.)
— *apiculāta* (Hüb.) Schpr. A. (Ebene ſelten.)
Lescuraea *striāta* (Schwgr.) Br. et Schpr. A. W., Harz, Thüringen, S. (Knieholz ꝛc., Stämme; auch montan.)
Brachythecium *plicātum* (Schleich.) Br. et Schpr. k. A., Jura, S. k. (Auch montan.)
— *collinum* (Schleich.) Schpr. A.
Plagiothecium *pulchĕllum* (Dicks.) Br. et Schpr. k., A., S. Harz.
— *Mühlenbeckii* Schpr. A., S.
Hypnum *revŏlvens* Sw. A., S., Harz. (Auch montan.)
Hypnum *falcātum* Brid. k. A., S., Weſtfalen. (Auch montan und Ebene.)
— *fastigiātum* Brid. S. A. (Auch montan.)
— *hamulōsum* Br. et Schpr. A.
— *arcticum* Smf. A., S.
— *sarmentōsum* Wahlenb. A., S., Harz. (Auch montan.)
Andreaea *alpēstris* Schpr. A.
— *rupēstris* (L.) Turn. A., S., Weſtfalen.
— *crassinervia* Bruch. A. (Auch montan, Ebene, auf erratiſchen Blöcken.)

Gefäßkryptogamen:
Lycopodium *complanātum* L. var. *alpinum* (L.). A., Jura, W., S., Harz.
Selaginella *selaginoĭdes* (L.) Lk. (*spinulōsa* A. Br.) A., Jura, Schw., S., Harz. (Ebene ſehr ſelten.)
Asplenium *alpēstre* (Hoppe) Mett. (*Polypodium* Hoppe). A., W., Schw., S. Erzgebirge, Harz. (Auch montan.)
Woodsia *hyperborea* (Sw.) R. Br. var. *arcuălea* (Liljebl.) Milde. s. A., S. (Vergl. S. 756, §. 312.)
— *glabrella* R. Br. k. A.

Phanerogamen:
Lloydia *serotina* (L.) Salisb. A.
Gagea *Liottardi* (Sternb.) Schult. A.
Allium *victoriālis* L. A., W., Schw., S. (Auch montan.)
Paradisia *liliastrum* (L.) Bertol. A.
Verātrum *album* L. Weiße Nießwurz. A., W., Jura, S. (Bis in die Ebene herabſteigend.)
Tofieldia *borcālis* Wahlenb. A.
Juncus *Jacquini* L. A.
— *castanĕus* Sm. Oeſtlichere A. von Graubünden an.
— *triglūmis* L. A.
— *trifidus* L. S. A.
— *Hostii* Tausch. k. A.
— *glabrātus* Hoppe. k. Oeſtlichere A. von Tirol und Salzburg an.
Luzula *spadicea* (All.) DC. A., W., Schw.
— *nemŏrosa* (Poll. ex p.) E. Mey. var. *rubella* (Hoppe) Koch. A., S.
— *lutea* (All.) DC. A.
— *sudetica* (Willd.) Presl. A., S.
— *spicāta* (L.) DC. A., Jura, S.
Crocus *albiflŏrus* Kit. (C. *vernus* All. ex p.) A. (Auch montan.)
Elyna *Bellārdi* (All.) Degl. (*spicāta* Schrad.) Alpen.
Kobresia *bipartīta* (All.) Dalla Torre. (*caricīna* Willd.) A.
Carex *rupēstris* All. A., S.
— *curvŭla* All. A. (Beſtandbildend!)
— *inflāta* Lightf. S. A. (In der Nähe der Küſte in Nordeuropa, bei uns nur ſchleswig. Nordſeeinſel Röm.)
— *foetĭda* All. A.
— *lagopīna* Wahlenb. S. A.
— *Persoonii* Sieb. A.
— *mucronāta* All. k. A. (Auch montan.)
— *hyperborea* Drej. S.
— *rigĭda* Good. A., S., Harz.
— *bicŏlor* All. S.
— *alpīna* Wahlenb. (*Vahlii* Schk.) A.
— *nigra* All. A.
— *atrāta* L. A., S.
— *irrigua* Sm. A., S. (Ebene ſelten.)
— *sparsiflŏra* (Wahlb.) Steud. S., Harz.
— *capillāris* L. A., S.
— *fuliginōsa* Schk. (Oeſtliche A., von Baiern und Tirol an.)
— *frigida* All. A., W., Schw.
— *sempervīrens* Vill. A., Jura. (In die Ebene herabſteigend.)

Carex *firma* Host. k. A., Karpaten. (Selten montan, z. B. Achensee!)
— *ferruginea* Scop. A., Jura.
— *brachystachys* Schk. (*tenuis* Host.) k. A., Jura. (Auch montan.)
Scirpus *caespitosus* L. A., W., Schw., Böhmerwald, S., Harz. (Moore der Ebene, Thüringer Wald. Vergl. S. 736, §. 305.)
Eriophorum *alpinum* L. A., Böhmerwald, S., Harz? Thüringer Wald. (Moore der Ebene, vergl. S. 736, §. 305.)
— *Scheuchzeri* Hoppe. A.
Phleum *Michelii* (All.) L. A., Jura. (Auch montan.)
— *pratense* L. var. *alpinum* (L.) A., Jura, Karpaten, S.
Agrostis *alpina* Scop. A., S.
— *rupestris* All. A., S.
Calamagrostis *tenella* Host. A.
Sesleria *ovata* (Hoppe) Kern. (*microcephala* DC.) Oestlichere A., von Tirol an.
— *sphaerocephala* Ard. A.
Oreochloa *disticha* (Wulf.) Lk. A.
Koeleria *hirsuta* (Schleich.). Gaud. A.
Avena *planiculmis* Schrad. S. (Auch montan; so in Unter-Steiermark.)
— *Scheuchzeri* All. (*versicolor* Vill.). A.
— *sempervirens* Vill. A.
Trisetum *alpestre* (Host.) P. B. Oestl. A. (Auch montan.)
— *distichophyllum* (Vill.) P. B. A.
— *subspicatum* (L.) P. B. A.
Poa *laxa* Haenke. A., Schw., S.
— *minor* Gaud. A.
— *bulbosa* L. var. *alpina* L. A., Jura, S. (An den Flüssen in die Ebene herabsteigend.)
— *caesia* Sm. A., Jura, S.
— *hybrida* Gaud. A., Jura. (Auch montan.)
— *cenisia* All. A. (Wie P. *minor*.)
Festuca *Hallери* All. A.
— *varia* Haenke. A., S.
— *pumila* Vill. A.
— *pilosa* Hall. fil. A.
— *spadicea* L. A.
— *Scheuchzeri* Gaud. A., Jura.
Orchis *globosa* L. A., Jura, W., Schw., S., Erzgebirge. (Auch montan, in der Ebene sehr selten.)
Gymnadenia *odoratissima* (L.) Rich. A. u. Mittelgebirge. (Auch montan.)
— *albida* (L.) Rich. A. u. Mittelgebirge. (Auch montan; Ebene selten.)
Nigritella *angustifolia* Rich. Kuhbrändli, Braunelle. A., Jura.
Herminium *alpinum* (L.) Lindl. (Chamaeorchis Rich.) A.
Rumex *alpinus* L. A., W., Sch., S. (Auch montan; bei Sennhütten!)
— *nivalis* Hegetschw. et Heer. A.
— *arifolius* All. A., W., Sch., Thüringer Wald, Harz. (Auch montan.)
Oxyria *digyna* (L.) Campd. A.
Polygonum *vivipарum* L. A. (Ebene selten.)
Herniaria *alpina* Vill. Westl. A.
Sagina *Linnaei* Presl. A., Jura, Sch., S. (Auch montan.)
Alsine *cherlerioides* (Schrad.) Dalla Torre. (*aretioides* M. et K.) A.
— *laricifolia* (L.) Vill. A.
— *austriaca* (Jacq.) M. et K. A. (Auch montan.)
— *verna* (L.) Bartl. A., Jura, S., Harz. (Auch montan und an den Flüssen in die norddeutsche Ebene herabsteigend; Kupferschiefer in der Provinz Sachsen und Zinkboden in der Rheinprovinz und Westfalen.) §. 314.
Alsine *recurva* (All.) Wahlenb. A.
Cherleria *sedoides* L. A.
Moehringia *ciliata* (Scop.) Dalla Torre. (*polygonoides* M. et K.) Alpen.
Arenaria *ciliata* L. A.
— *biflora* L. A.
— *grandiflora* All. Jura. (Nieder-Oesterreich und in Mähren montan.)
Cerastium *trigynum* Vill. (Stellaria *cerastioides* L.) A.
— *macrocarpum* Schur. (*longirostre* Wich.) A., S.
— *latifolium* L. A.
— *uniflorum* Murith. (*glaciale* Gaud.) Alpen.
— *filiforme* Schl. (*pedunculatum* Gaud.) A.
— *alpinum* L. A., Karpaten. (An den Flüssen herabsteigend.)
— *carinthiacum* Vest. (*ovatum* Hoppe.) A. (Kärnten, Steiermark.)
Dianthus *alpinus* L. k. A. v. Oesterreich und Steiermark.
— *glacialis* Haenke. s. A.
— *inodorus* (L.) Kern. (*silvestris* Wulf.) A., Jura. (Auch montan.)
— *monspessulanus* L. Oestl. A., Jura.
Saponaria *pumilio* (Wulf.) Fenzl. S. Mittlere A.
Viscaria *alpina* (L.) Fr.
Silene *saxifraga* L. Südl. A. bis Steiermark. (Auch montan.)
— *rupestris* L. A., Jura, W., Schw.
— *acaulis* L. A.
Heliosperma *quadrifidum* (L.) A. Br. (Silene L.) A., Jura.
— *alpestre* (Jacq.) A. Br. Oestl. A. (Auch montan.)
Thalictrum *alpinum* L. A.
Pulsatilla *alpina* (L.) Delarbre. Brockenblume, Teufelsbart. A., Jura, W., S., Harz.
— var. *sulphurea* (L.) s. A., S.
Anemone *narcissiflora* L. A., Jura, W., S.
— *baldensis* L. A.
Ranunculus *rutifolius* L. A.
— *glacialis* L. A.
— *Seguierii* Vill. A.
— *alpestris* L. A., Jura.
— *crenatus* W. K. s. A. von Steiermark.
— *parnassifolius* L. A.
— *pyrenaeus* L. A.
— *thora* L. Westl. u. östl. Alpen, Jura.
— *hybridus* Biria. k. A.
— *montanus* Willd. A., Jura.
— *Breyninus* Crtz. (*Villarsii* Koch. nec DC.) A.
— *pygmaeus* Wahlenb. s. A.
Aquilegia *alpina* L. Westl. A.
Delphinium *elatum* L. Oestl. A., S. (Auch montan.)
Papaver *alpinum* L. A.
— *pyrenaicum* (L.) Kern. A.
Arabis *alpina* L. A., Jura, S., Harz, Westfalen. (Auch montan; an den Flüssen in die Ebene herabsteigend.)
— *pumila* Jacq. A.
— *bellidifolia* Jacq. A.
— *coerulea* Haenke. A.
Cardamine *alpina* Willd. A.
— *resedifolia* L. s. A., S.
Braya *alpina* Sternb. et Hoppe. s. A.

§. 314.

Erysimum *cheiranthus* Pers. Oeſtl. Alpen, (Auch montan.)
— *ochroleucum* DC. Jura.
Petrocallis *pyrenaica* (L.) R. Br. k. A.
Draba *aizoides* L. k. A.
— *Sauteri* Hoppe. k. Salzburger A.
— *tomentosa* Wahlenb. A.
— *stellata* Jacq. k. Oeſtl. A.
— *frigida* Saut. A.
— *Traunsteineri* Hoppe. Mittlere A.
— *Johannis* Host. A.
— *Wahlenbergii* Hartm. A.
— *inerma* L. A.
Cochlearia *saxatilis* (L.) Lmk. A., Jura. (Auch montan; ſteigt an den Flüſſen bis in die Ebene herab.)
Thlaspi *alpinum* Jacq. A.
— *rotundifolium* (Mnch.) Gaud. k. A.
Hutchinsia *alpina* (L.) R. Br. Gamskreſſe. k. A., Jura. (An den Flüſſen bis in die Ebene).
— *brevicaulis* Hoppe. s.
Viola *pinnata* L. A. (Auch montan.)
— *lutea* Huds. A., W., S. (Auch montan. var. *calaminaria* Lej. (Auf Zinkboden in der Rheinprovinz und Oberſchleſien.)
— *calcarata* L. Weſtl. Alpen, Jura.
— *cenisia* L. Weſtl. Alpen.
— *alpina* Jacq. Oeſtl. Alpen.
Helianthemum *oelandicum* (L.) Wahlenb. A.
Hypericum *Richeri* Vill. Jura.
Linum *alpinum* Jacq. A., Jura. (Auch montan.)
Polygala *amara* L. var. *alpestris* (Rchb.) Koch. k. A., Jura.
Eryngium *alpinum* L. A.
Bupleurum *ranunculoides* L. A., Jura.
— *stellatum* L. A.
Athamanta *cretensis* L. k. A., Jura. (Auch montan.)
— *Matthioli* Wulf. Südöſtl. A.
Meum *mutellina* (L.) Gaertn. Mardaun, Muttern, in den Sudeten Köpernickel. A., W., Schw., Böhmer Wald, S. Als Weidekraut geſchätzt.
Pachypleurum *simplex* (L.) Rchb. (Gaya Gaud.) A.
Angelica *pyrenaea* (L.) Spr. W.
Imperatoria *ostruthium* L. Meiſterwurz. A. und Mittelgebirge. (Auch montan; öfter gepflanzt und verwildert.)
Heracleum *montanum* Schleich. (*asperum* Koch.) A., Jura. (Auch montan.)
— *alpinum* L. Jura.
— *austriacum* L. Oeſtl. A. von Baiern und Tirol an.
Laserpicium *panax* Gouan. (*hirsutum* Lmk.) A.
Myrrhis *magellensis* (Ten.) Bert. (Chaerophyllum *Villarsii* Koch.) A., Jura. (Auch montan.)
Linderа *odorata* (L.) Aschs. (Myrrhis Scop.) A., Jura. (Auch montan; ſonſt oft kultivirt und verwildert.)
Rhodiola *rosea* L. A., W., S., Karpaten.
Sedum *atratum* L. A., Jura.
— *rubens* Haenke. A., W., S., Karpaten.
Sempervivum *tectorum* L. A. Hauslaub. (Ueberall auch in der Ebene auf Mauern, Dächern ꝛc. gepflanzt.)
— *Wulfenii* Koch. A.
— *Funckii* Braun. A.
— *montanum* L. A., Karpaten.
— *arachnoideum* L. A.
Sempervivum *hirtum* L. Oeſtl. A. (Auch montan.)
Saxifraga *ascendens* L. (*controversa* Sternb.) A. (Auch montan.)
— *cernua* L. A. (ſelten.)
— *stellaris* L. A., W., Schw. (An Flüſſen herabſteigend.)
— *nivalis* L. S. (Kl. Schneegrube.)
— *hieraciifolia* W. K. Steiriſche A. (Tatra häufiger.)
— *moschata* Wulf. (*muscoides* Wulf.) A., Jura, S. (Auch montan, an den Flüſſen herabſteigend.)
— *exarata* Vill. Weſtlichere A.
— *muscoides* All. (*planifolia* Lapeyr.) A.
— *androsacea* L. A.
— *Seguieri* Spr. A. (Rival.)
— *sedoides* L. A.
— *aphylla* Sternb. (*stenopetala* Gaud.) (Auch nival.)
— *aspera* L. A. (Auch montan.)
— — var. *bryoides* (L.) Engl. A., S.
— *aizoides* L. A., Jura, Karpaten. (Auch montan und an den Flüſſen bis in die Ebene,)
— *cuneifolia* L. A. (Auch montan.)
— *crustata* Vest. Oeſtlichere A. (Auch montan.)
— *aizoon* Jacq. A. und Mittelgebirge. (Auch montan.)
— *cotyledon* L. s. A. (Auch montan.)
— *caesia* L. k. A. (Auch montan.)
— *Burseriana* L. k. A. (Auch montan.)
— *oppositifolia* L. A., Jura, S. (Bis an die Bodenſee-Ufer herabſteigend.)
— *biflora* All. A. (Rival.)
— *macropetala* Kern. A., S. (*Kochii* Horn. ex p.?) A.
— *retusa* Gouan. s. A. (Rival.)
Epilobium *Fleischeri* Hochst. A. (Im Kieſe der Flüſſe bis in die Ebene herabſteigend.)
— *alsinifolium* Vill. (*origanifolium* Lmk.) A., Jura, Schw., S., Karpaten (Auch montan.)
— *anagallidifolium* Lmk. (*alpinum* Koch nec L.) A., Jura, W. Schw., S.
Dryas *octopetala* L. A., Jura. (Mit den Flüſſen bis in die Ebene herab.)
Geum *reptans* L. A.
— *montanum* L. A., Jura, S., Karpaten.
Potentilla *aurea* L. A., Jura, Schw., S. (Auch montan.)
— *salisburgensis* Haenke. (*alpestris* Hall.f.) A., Jura, W., Karpaten.
— *grandiflora* L. A.
— *nitida* L. s. A.
— *minima* Hall. fil. k. A., Jura.
— *frigida* Vill. A.
— *Clusiana* Jacq. k. Oeſtl. A.
— *nitida* L. Oeſtl. A.
Sibbaldia *procumbens* L. A., Jura, W.
Alchemilla *pubescens* M. B. Mittlere A.
— *fissa* Schumm. A., Jura, S.
— *alpina* L. A., Jura, W., Schw.
— *pentaphyllea* L. A.
Anthyllis *vulneraria* L. var. *alpestris* Hegetschw. A.
— *montana* L. Jura.
Trifolium *pratense* L. var. *nivale* (Sieb.) Koch. A.
— *noricum* Wulf. Oeſtl. A.
— *alpinum* L. Weſtl. A. (Bis Tirol.)
— *pallescens* Schreb. s. A.
— *caespitosum* Reyn. A. von Tirol an weſtl., Jura. (An den Flüſſen herabſteigend.)

Trifolium *badium* Schreb. A., Jura. (Auch montan.)
Phaca *frigida* L. A.
— *alpina* Jacq. A.
Oxytropis *Halleri* Bge. A.
— *campestris* (L.) DC. A.
— *sordida* (Willd.) DC. A.
— *lapponica* Gaud. Westl. A.
— *Jacquini* Bge. A., Jura.
— *triflora* Hoppe. Oestl. A.
Astragalus *australis* (L.) Peterm. (Phaca *australis* L.) A.
— *alpinus* L. (Phaca *astragalina* DC.) Alpen.
— *oroboides* Horn. A.
— *leontinus* Wulf. A.
Hedysarum *obscurum* L. A., S.
Orobus *luteus* L. A., Jura. (Auch montan.)
Androsaces *helvetica* (L.) Gaud. A.
— *imbricata* Lmk. Westlichere A.
— *glacialis* (Schleich.) Hoppe. A.
— *pubescens* DC. Westl. A.
— *villosa* L. Oestl. Alpen, Jura.
— *chamaejasme* Host. A.
— *obtusifolium* All. A., S.
— *lactea* L. k. A., Jura. (Auch montan.)
— *carnea* L. s. A., W.
Primula *farinosa* L. A. (Vielfach bis in die Ebene herabsteigend, an den Flüssen und auf Mooren, auch in Norddeutschland (S. 737, §. 305.), aber nicht auf den Mittelgebirgen!)
— *longiflora* All. A.
— *auricula* L. Bathöngen in Tirol. A., Schw. (Wie Pr. *farinosa*, doch in der Ebene minder verbreitet und nicht in Norddeutschland.)
— *pubescens* Jacq. (*rhaetica* Gaud, wie Kerner nachwies, Bastard der vorigen und folgenden und Stammpflanze der Garten-Aurikel.) A.
— *hirsuta* All. (Pr. *villosa* Koch syn.) s. A.
— *villosa* Jacq. A. von Steiermark.
— *viscosa* All. (*graveolens* Hegetschw., *latifolia* Koch nec Lap.) A. (Schweiz.)
— *spectabilis* Tratt. Oestlichere A. (Auch montan.)
— *Clusiana* Tausch. Oestlichere A.
— *integrifolia* L. A. (Schweiz.)
— *glutinosa* Wulf. Speik. A. (Von Unter-Engadin an östlich.)
— *minima* L. A., S.
Soldanella *alpina* L. A., Jura, Schw., Karpaten. (Selten montan.)
— *pusilla* Baumg. A.
— *minima* Hoppe. A. (Von Tirol an östlich.)
Armeria *alpina* Willd. A.
Myosotis *silvatica* (Ehrh.) Hoffm. var. *alpestris* (Schm.) Koch. A., Jura, W., S.
Eritrichium *terglouense* (Hacquet) Kern. (*nanum* Schrad.) A.
Linaria *alpina* (L.) Mill. A., Jura. (Selten montan, aber häufig auf Flußkies bis in die Ebene.)
Erinus *alpinus* L. A., Jura. (Schweiz, Elsaß; auch montan.)
Veronica *aphylla* L. A., Jura, Karpaten. (Seltener montan.)
— *bellidioides* L. A., S.
— *fruticulosa* L. A., Jura.
Veronica *saxatilis* Scop. A., Jura, W., Schw. (Selten montan.) §. 314.
— *alpina* L. A., Jura, S.
Paederota *Bonarota* L. A.
— *Ageria* L. Oestl. A. } (Auch montan.)
Wulfenia *carinthiaca* Jacq. A. (Nur Gailthal in Kärnten.)
Tozzia *alpina* L. A., Jura, Karpaten. (Selten montan.)
Pedicularis *rostrata* L. (*Jacquini* Koch.) A. (Von Graubünden an östlich.)
— *rhaetica* Kern in litt. (*Kerneri* Dalla Torre nec Huter. *rostrata* Koch.) Westl. A. (Bis Tirol.)
— *asplenifolia* Flörke. A. (Von Graubünden [Samnaun] an.)
— *geminata* Portschl. (*Portenschlagii* Saut.) (Nordöstliche Alpen.)
— *tuberosa* L. A.
— *Barrelieri* Rchb. Westl. A.
— *incarnata* Jacq. A.
— *sudetica* Willd. S.
— *foliosa* L. A., Jura, W.
— *recutita* L. A.
— *rosea* Wulf. Südöstl. A.
— *versicolor* Wahlenb. A.
— *verticillata* L. A.
Alectorolophus *alpinus* (Baumg.) (*galeobdolon* Schumm.) S.
— *aristatus* (Cel.) A.
Bartschia *alpina* L. A. (In die Ebene herabsteigend.) Jura, S., W., Schw.
Euphrasia *salisburgensis* Funck (Hop.) s. A., Jura. (Auch montan.)
— *coerulea* Tausch. (*Uechtritziana* Junger et Engl.) s. S. (Auch montan.)
— *versicolor* Kern. A. (Auch montan.)
— *alpestris* (Wimm. et Grab.) Uechtr. Sudeten.
— *minima* Jacq s. A., Jura.
Horminum *pyrenaicum* L. A.
Betonica *alopecurus* L. Oestl. Alpen. (Von Baiern und Tirol an.)
Sideritis *scordioides* L. Jura.
Scutellaria *alpina* L. Westl. Schweizer A.
Pinguicula *alpina* L. A. (In die Ebene herabsteigend.)
Globularia *nudicaulis* L. k. A. (Selten montan.)
— *cordifolia* L. k. A. (In die Ebene herabsteigend.) Jura.
Plantago *montana* Lmk A., Jura, S.
— *alpina* L. Rüh. Westl. Alpen, Jura. (Bis Tirol.)
Swertia *perennis* L. A., Schw., S., Erzgebirge. (In die Ebene herabsteigend, auch in Norddeutschland; vergl. S. 737, §. 305.)
Pleurogyne *carinthiaca* (Wulf.) Gris. A.
Gentiana *lutea* L. Enzian, wie die folgenden A., Jura, W., Schw., Thüringen. (Auch montan.)
— *purpurea* L. Westl. A. (Bis Algau und Tirol.)
— *pannonica* Scop. k. Oestl. A. (Von der östl. Schweiz und Tirol an.) Böhmerwald. (Auch montan.)
— *punctata* L. A. Böhmerwald, S
— *frigida* Haenke. s. Steirische A. (Tatra häufig.)
— *Clusii* Perr. et Song. (G. *acaulis* Koch.) A., Jura. (In die Ebene herabsteigend). W., Thüringen.
— *acaulis* L. (*excisa* Presl.) A., Jura.
— *bavarica* L. k. A.

§. 314.

Gentiāna *brachyphylla* Vill. A.
— *verna* L. A. und Mittelgebirge, auch montan, in die Ebene herabſteigend; vereinzelt in Norddeutſchland bei Berlin.
— *pumila* Jacq. } Oeſtl. Alpen. (Von
— *prostrāta* Haenke. } Tirol an.)
— *nivālis* L. A., Jura.
— *tenella* Rottb. A.
— *nana* Wulf. s. Salzb. und Kärntner Alpen. (Nival.)
Phyteūma *pauciflōrum* L. A. (Nival.)
— *hemisphaericum* L. A.
— *Sieberi* Spr. Oeſtl. Alpen. (Von Tirol an; nival.)
— *Scheuchzēri* All. A. (Auch montan.)
— *Michelii* Bertol. A. (Auch montan.)
Campanula *pulla* L. k. Oeſtl. A.
— *caespitōsa* Scop. k. Oeſtl. A. (Von Tirol an.)
— *pusilla* Haenke. A. (Bis in die Ebene herab.) Jura, Schw.
— *Scheuchzēri* Vill. A., Jura, W., S. (Auch montan.)
— *rhomboidālis* L. Weſtl. Alpen, Jura. (Auch montan.)
— *thyrsoidea* L. A.
— *alpina* Jacq. A. (Von Graubünden an öſtlich.)
— *barbāta* L. s. A., S. (Auch montan.)
Gallium *helveticum* Weigel. A. (An den Flüſſen bis in die Ebene herab.)
Valeriāna *supina* L. A.
— *saliunca* L. Weſtl. Schweizer Alpen.
— *saxatilis* L. k. A., Karpaten.
— *elongāta* L. Oeſtliche Alpen. (Von Tirol an.)
— *celtica* L. Speik. s. A. (Nival.)
Cephalaria *alpina* (L.) Schrad. Weſtl. Alpen, Jura.
Scabiōsa *lucida* Vill. A., Jura, W., S. (Auch montan.)
Homogyne *discolor* (Jacq.) Cass. A.
— *alpina* (L.) Cass. A., Jura, Schw., S., Erzgeb. (Auch montan, ſehr ſelten in der Ebene.)
Aster *alpinus* L. k. A., Jura, Schw., Karpaten, S. (Auch montan, ſo im Harz, Thüringen, Böhmen.)
Bellidiāstrum *Michelii* Cass. k. A. (Bis in die Ebene herab.) Jura, Schw.
Erigeron *Villarsii* Bell. A.
— *alpinus* L. A., Jura.
— *glabrātus* Hoppe et Hornsch. A., Jura.
— *uniflōrus* L. s. A.
— *neglectus* Kern. k. A.
Solidāgo *virga aurea* L. var. *alpestris* (W. K.). Koch. A., S. (Auch montan.)
Gnaphallium *norvegicum* Gunn. s. A., W., Schw., S., Erzgeb. (Auch montan.)
— *Hoppeānum* Koch. A.
— *supinum* L. s. A., Jura, Schw., S.
Leontopodium *alpinum* Cass. (G. *leontopodium* Scop. Edelweiß. k. A., Jura.
Antennaria *carpathica* (Wahlenb.) Bl. et Fing. s. A.
Artemisia *mutellina* Vill. Edelraute. A.
— *spicāta* Wulf. s. A.
Achillea *Clavenae* L. k. A.
— *moschāta* Wulf. Iva. s. A.
— *nana* L. s. Weſtl. A. (Bis Tirol.)
— *atrāta* L. k. A.
— *Clusiāna* Tausch. k. Oeſtl. A.
Chrysanthemum *coronopifolium* Vill. A. (An den Flüſſen bis in die Ebene herab.)
— *alpinum* L. A.
Doronicum *cordātum* (Wulf.) Sz. Bip. k. Oeſtl. A. (Von Tirol an; auch montan.)
Aronicum *doronicum* (Jacq.) Rchb. (*Clusii* Koch.) s. A.
— *glaciāle* (Wulf.) Rchb. s. A.
— *scorpioides* (L.) Rchb. k. A.
Senecio *abrotanifolius* L. k. A. (Von Engadin öſtlich; auch montan.)
— *carniolicus* Willd. s. A. (Von Engadin öſtlich.)
— *incānus* L. Weſtl. A. (Bis Tirol.)
— *doronicum* L. A., Jura.
Cirsium *spinosissimum* (L.) Scop. A.
Saussurea *alpina* (L.) DC. A.
— *discolor* (Willd.) DC. A.
— *pygmaea* (L.) Spr. Oeſtl. A. (Von Tirol an.)
Serratula *Rhaponticum* (L.) DC. A.
Centaurea *plumosa* Lmk. (*sericea* Willd.) A. (Auch montan.)
— *montana* Chaix. (*Kotschyana* Koch nec Heuff.) A., Jura.
Leontodon *saxatilis* All. (*taraxaci* Loisl. nec L.) k. A.
— *pyrenaicus* Gouan. A., W., Schw.
Picris *crepoides* Sauter. Oeſtl. A. (Von Tirol an.)
Scorzonera *aristata* Ramd. Wie vorige.
Achyrophorus *uniflorus* (Vill.) Bl. et Fing. A., S.
Taraxacum *nigricans* (Kit.) Rchb. S.
— — var. *Pacheri* (Sz. Bip.) Tirol er und Kärntner A.
Crepis *aurea* (L.) Cass. A., Jura.
— *jubāta* Koch. Weſtliche A. (Bis Tirol.)
— *chondrilloides* (L.) Froel. (*Jacquini* Tausch.) k. A.
— *pygmaea* L. Weſtl. Alpen bis Tirol. (Nival.)
— *blattarioides* (L.) Vill. A., Jura, W., Schw. (Auch montan.)
— *conyzifolia* (Gouan.) Dalla Torre. (*grandiflora* Tausch.) A., S. (Auch montan.)
— *montana* (L.) Dalla Torre (*Soyeria montana* Monn.) A., Jura. (Auch montan.)
— *terglouensis* (Hacquet) Kern. (*Soyeria hyoseridifolia* Koch. k. A.
Hieracium *pilosellifórme* Hoppe. A. (In die Ebene herabſteigend.)
— *acutifolium* Vill. (*sphaerocephalum* Froel., *furcātum* Hoppe.) A.
— *glaciāle* Lachen. (*angustifolium* Hoppe.) Alpen.
— *aurantiācum* L. A., Jura, W., Schw., S., Karpaten. (Auch montan. Unterharz, und norddeutſche Ebene ſelten.)
— *dentātum* Hoppe. A.
— *glabrātum* Hoppe. A.
— *villōsum* L. A., S.
— *Schradēri* Schleich. A.
— *piliférum* Hoppe. Weſtl. A.
— *glanduliférum* Hoppe. s. A.
— *longifolium* Schleich. Weſtl. A.
— *vogesiācum* Moug. (*deciplens* Froel.) Weſtl. A., Jura, W.
— *alpinum* L. A., W., Karpaten, S., Erzgeb., Harz.
— *nigrescens* Willd. A., S., Karpaten.

Hieracium *sudeticum* Sternb. (*carpaticum* Wimm. nec Bess., *bohemicum* Fr.) Sudeten.
— *pedunculare* Tausch. (*sudeticum* Fr.) Sudeten.
— *chlorocephalum* Wimm. (*pallidifolium* Knaf nec Jord.) S.
— *nigrifum* Uechtr. S.
— *stygium* Uechtr. S.
— *Wimmeri* Uechtr. (*anglicum* Wimm. nec Fr.) S.
— *albicum* Fr. S.
— *jurassicum* Gris. Jura.
— *rupicolum* Fr. (*bifidum* Koch nec Kit.) A. (Auch montan.)
Hieracium *atratum* Fr. A., S.
— *corcontticum* C. Knaf. S.
— *silesiacum* Krause. S.
— *intybaceum* Wulf. (*albidum* Vill.) S., W., A.
— *ochroleucum* Schleich. Weſtl. Alpen. (Auch montan.)
— *Tauschianum* Uechtr. (H. *imuloides* u. *striatum* Tausch, H. *cydonifolium* Gris. nec Vill.) W., Schw., S.
— *strictum* Fr. Weſtl. A.
— *riphaeum* Uechtr. S.
Thesium *alpinum* L. A. u. Mittelgebirge, bis in die Ebene (auch in Norddeutſchland). Vgl. S. 750, §. 310.

Literatur: Vergl. S. 760, §. 313. (Montane Region), ſowie K. W. v. Dalla Torre, Anleitung zum Beobachten und Beſtimmen der Alpenpflanzen. Wien 1882.

IV. Nivale Region.

§. 315. Die Vegetation der höchſten Gebirgskämme, oberhalb der Grenze größerer Holzgewächſe bis zur Schneelinie (auch noch auf vereinzelten günſtig exponirten Felswänden und Geröllhalden innerhalb der Region ewigen Schnees und Eiſes vertreten) beſitzt nur verhältnißmäßig wenige ihr eigene (wegen der Seltenheit ihres Vorkommens meiſt wenig auffallende) Arten. Allerdings müſſen auch die nicht zahlreichen alpinen Arten, welche in der nivalen Region noch üppig gedeihen, für dieſelbe als charakteriſtiſch gelten. Die Standörtlichkeiten ſind noch weit einförmiger als in der alpinen Region; hauptſächlich kann man nur feuchtere Stellen, die im unteren Theil der Region mitunter noch üppigen Graswuchs erzeugen und wenigſtens Schafen und Ziegen Nahrung bieten, und trockenes Geſtein unterſcheiden. Menſchliche Anſiedlungen ſind in dieſer unwirthbaren Region nur durch ganz vereinzelte Gaſthäuſer, bezw. Weger- und Zufluchtshütten (cantoniere) vertreten und auf die Vegetation ohne Einfluß. Nachfolgend ſind die charakteriſtiſchen Laubmooſe (unter denen ſich auffallend wenig pleurokarpiſche befinden) nach Schimper aufgeführt und ſämmtliche Arten der baieriſchen Alpen, welche nach Sendtner die Höhe von 2300 m (7100′) überſchreiten, aufgezählt. (Einige Arten der Centralalpen, welche in der nivalen Region als charakteriſtiſch auftreten, ſind in der Aufzählung der alpinen Arten mit „Nival" bezeichnet.) Diejenigen Formen, welche ſich durch ihre allgemeine Verbreitung und zahlreiches Auftreten auszeichnen, ſind geſperrt gedruckt; es ſind meiſt dieſelben, welche (mit † bezeichnet) ſich als äußerſte Vorpoſten der phanerogamen Vegetation (in Graubünden noch bis 3800 m (11730′) in den baieriſchen Alpen nur bis 2786 m (8600′) noch an vereinzelten Stellen hoch über der Schneegrenze vorfinden. Kryptogamen und namentlich einige Steinflechten finden ſich noch auf den ſchneefreien Felszacken und Platten der höchſten Alpengipfel.

Mooſe der nivalen Region:
Voitia *nivalis* Hornsch. s.
Weisia *Wimmeriana* (Sendtn.) Br. et Schpr.
Dicranoweisia *crispula* (Hedw.) Schpr. s.
— *compacta* (Schleich.) Schpr.
Trematodon *brevicollis* Hornsch.
Dicranum *fulvellum* Dicks.
— *Starkii* Web. et. Mohr. s.
— *falcatum* Hedw.
— *albicans* Br. et Schpr.
Stylostegium *caespiticium* (Schwgr.) Br. et. Schpr.
Desmatodon *latifolius* (Hedw.) Brid.
— *Laurerii* (Schultz) Br. et Schpr.
Grimmia *conferta* Funck.
— *apocarpa* (L.) Hedw.
— *Donniana* Sm. s.
— *alpestris* Schleich. s.
Grimmia *sulcata* Saut.
— *mollis* Br. et. Schpr.
Encalypta *commutata* Nees et. Hornsch.
— *rhabdocarpa* Schwgr.
— *apophysata* Nees et Hornsch.
— *longicolla* Bruch.
Dissodon *Hornschuchii* Grev. et. Arn.
— *Froelichianus* (Hedw.) Grev. et Arn.
Tetraplodon *mnioides* (L. fil.) Br. et Schpr.
— *urceolatus* Br. et Schpr.
Webera *acuminata* (Hoppe et Hornsch.) Schpr.
— *polymorpha* (Hoppe et Hornsch.) Schpr.
Bryum *arcticum* (R. Br.) Br. et Schpr.
— *pendulum* (Hornsch.) Schpr. var. *compactum* (Hornsch.)
— *cirratum* Hoppe et Hornsch.

§. 315.

Bryum *pallēscens* Schleich.
— *subrotūndum* Brid.
Ziĕrĭa *julacĕa* Schreb.
— *demĭssa* (Hornsch.) Schpr.
Orēas *Martiāna* (Hornsch.) Brid.
Bartramĭa *subulāta* Br. et Schpr.
Conostŏmum *boreāle* Sw.
Polytrĭchum *sexangulāre* Flörke.
— *piliferum* Schreb. var. *Hoppii* Schpr.
— *juniperĭnum* Hedw. var. *alpĭnum* Schpr.
Brachythecĭum *collĭnum* (Schleich.) Schpr.
— *glaciāle* Br. et Schpr.
Andreaea *petrophĭla* Ehrh.
— *alpēstris* Schpr.
— *nivālis* Hook.

Nivale Gefäßpflanzen der baieriſchen Alpen:

Selaginēlla *selaginoĭdes* (L.) Lk.
Cystoptĕris *fragĭlis* (L.) Bernh. var. *alpĭna* (Lmk.) Lk.
Tofieldĭa *borealis* Wahlenb.
Juncus *triglūmis* L.
Luzŭla *glabrāta* Hoppe.
— *spicāta* (L.) Desv.
Elўna *Bellārdi* (All.) Degl.
Kobresĭa *bipartīta* (All.) Dalla Torre.
Carex *nigra* All.
— *atrāta* L.
— *capillāris* L.
— *fuliginōsa* Schk.
— *sempervīrens* L.
— *firma* Host.
Anthoxānthum *odorātum* L.
Phleum *pratĕnse* L. v. *alpĭnum* L.
Sesleria *coerulĕa* (L.) Ard.
— *ovāta* (Hoppe) Kern.
Poa *minor* Gaud.
— *hulbōsa* L. var. *alpĭna* (L.)
Festūca *Hallĕri* All.
— *heterophўlla* Lmk. var. *nigrĕscens* (Lmk.)
— *pumĭla* Vill.
Salix *retūsa* L.
— *herbacĕa* L.
Rumex *nivālis* Hegetschw. et Heer.
Oxyrĭa *digўna* (L.) Campd.
Polygŏnum *vivipărum* L.
Sagina *Linnaei* Presl.
†Cherlerĭa *sedoĭdes* L.
Alsine *cherlerioĭdes* (Schrad.) Dalla Torre.
— *verna* (L.) Bartl.
Moehringĭa *ciliāta* (Scop.) Dalla Torre.
Cerastĭum *trigўnum* Vill.
— *alpĭnum* L.
† — *latifolĭum* L.
†Silēne *acaūlis* L.
†Ranuncŭlus *glaciālis* L.
— *alpēstris* L.
— *acer* L.
— *montānus* Willd.
Trollĭus *europaeus* L.
Aconĭtum *Napellus* L.
Papāver *pyrenaĭcum* (L.) Kern.
Arabis *alpina* L.
— *pumĭla* Jacq.
— *coerulĕa* Haenke.
Cardamine *alpina* Willd.
Petrocallis *pyrenaĭca* (L.) R. Br.
Draba *Sauteri* Hoppe.
— *tomentōsa* Wahlenb.
Draba *Wahlenbergii* Hartm.
Thlaspi *rotundifŏlium* (L.) Gaud.
Hutchinsĭa *alpĭna* (L.) R. Br. k.
Helianthēmum *oelandĭcum* (L.) Wahlenb.
Meum *mutellĭna* (L.) Gaertn.
Pachypleūrum *simplex* (All.) Rchb.
Sedum *atrātum* L.
Saxifrāga *stellāris* L.
— *moschāta* Wulf.
— *androsacĕa* L.
— *aphўlla* Sternb.
— *aspĕra* L. var. *bryoĭdes* L.
— *atzoĭdes* L.
— *atzōon* Jacq.
— *caesĭa* L. k.
— *oppositifolĭa* L.
Parnassĭa *palūstris* L.
Geum *reptans* L.
Dryas *octopetāla* L.
Potentĭlla *salisburgēnsis* Haenke.
— *minĭma* Hall. fil.
Sibbaldĭa *procumbens* L.
Anthўllis *vulneraria* L. var. *alpēstris* Heg.
Oxytrŏpis *Jacquīni* Bge.
Hedysārum *obscūrum* L.
Erica *herbacĕa* L.
Loiseleurĭa *procūmbens* (L.) Desv.
Rhododēndron *hirsūtum* L.
†Androsăces *helvetĭcum* (L.) Gaud. k.
† — *glaciāle* Hoppe.
— *Chamaejasme* Host.
Primŭla *auricŭla* L.
Soldanēlla *pusilla* Baumg.
Myosōtis *silvatica* (Ehrh.) Hoffm. var. *alpēstris* (Schmidt) Koch.
Linaria *alpina* (L.) Mill.
Veronĭca *aphўlla* L.
— *alpĭna* L.
— *saxatĭlis* Scop.
Pediculāris *rostrāta* L.
Bartschĭa *alpina* L.
Euphrasĭa *salisburgēnsis* Funck (Hoppe.)
Gentiāna *punctāta* L.
— *Clusii* Perr. et Song.
— *bavarĭca* L. k.
— *brachyphўlla* Vill.
— *verna* L.
— *nivālis* L.
— *campēstris* L.
— *tenĕlla* Rottb.
Campanŭla *pusilla* Haenke.
— *Scheuchzēri* Vill.
— *alpĭna* Jacq.
Galĭum *helvetĭcum* Weigel.
Valeriāna *supīna* L.
Scabiōsa *lucida* Vill.
Homogўne *alpina* (L.) Cass.
Erigĕron *alpīnus* L.
— *uniflōrus* L.
Antennarĭa *carpatĭca* (Wahlenb.) Bl. et Fing.
Achillĕa *Clavēnae* L. k.
— *atrāta* L. k.
†Chrysanthĕmum *alpĭnum* L.
Aronĭcum *doronĭcum* Jacq. S.
— *scorpioĭdes* (L.) Rchb. k.
Cirsium *spinosissĭmum* (L.) Scop.
Leontŏdon *pyrenaĭcus* Gouan.
Taraxăcum *vulgāre* (Schrk.) Lmk.
Crepis *terglouĕnsis* (Hacquet) Kern.

Literatur: W. Ph. Schimper, Synopsis Muscorum europaeorum Ed. II, Vol. I, p. LIX, LX. — C. Sendtner, Vegetationsverhältniſſe von Südbayern. S. 401, 402.

II. Die geographische Verbreitung (§ 297.).

§. 316. Wir beginnen diese Abtheilung mit einigen allgemeinen Bemerkungen über Pflanzenwohnbezirke (Areale) und Wanderungen (bezw. Verbreitungsmittel), gehen dann zur Besprechung der wichtigsten Bedingungen des Pflanzenvorkommens, der klimatischen und der geologisch-historischen über, von welcher letzteren der Einfluß des Menschen, als am besten gekannt, eine gesonderte Besprechung erfordert. Hierauf folgt eine Besprechung der geographischen Verbreitung der systematischen Gruppen, Charakteristrung der natürlichen Vegetationsgebiete der Erde, und schließlich eine Uebersicht der geographischen und historischen Verhältnisse der wichtigsten Nutzpflanzen.

A. Allgemeine Bemerkungen über Pflanzenwohnbezirke und Pflanzenwanderungen.

§. 317. Wie schon S. 725, §. 297. angedeutet, besitzt jede Pflanzenart einen bestimmten Wohnbezirk (Areal), dessen Größe sehr verschieden ist und wohl bei keiner einzigen (auch abgesehen von den angeblich absolut pflanzenleeren Ländern innerhalb des südlichen Polarkreises) die ganze Landoberfläche der Erde umfaßt. Selbst solche Wohnbezirke von Landpflanzen sind nicht häufig, welche mehr als ein Drittel der trockenen Erdoberfläche einnehmen. Sie finden sich meist unter den Bewohnern der wärmeren Zonen, in denen etwa 3—400 über den ganzen Tropengürtel und darüber hinaus verbreitet sind, z. B. *Lycopodium cernuum* L., *Pistia stratiotes* L., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Argemone mexicana* L., *Cleome* (*Gynandropsis* DC.) *pentaphylla* L., *Waltheria americana* L., *Ricinus communis* L., *Hydrocotyle asiatica* L., *Cassia occidentalis* L., *Mimosa asperata* Willd., *Herpestes Monniera* (L.) H. B. Kth., *Ageratum conyzoides* L., von denen allerdings mehrere mit Sicherheit als neuere Einwanderer in der Alten oder in der Neuen Welt zu betrachten sind. Weit seltener sind Beispiele von solchen Arten, die in weiter Verbreitung sowohl den wärmeren als den kühleren Erdstrichen angehören, wie *Pteris aquilina* L., *Osmunda regalis* L., *Juncus tenuis* Willd., *Potamogeton pectinatus* L., *Ruppia maritima* L., *Zannichellia palustris* L., *Panicum crus galli* L., *Dactylus officinalis* Vill., *Eragrostis minor* Host, *Stellularia media* (L.) Cir., *Portulaca oleracea* L., *Oxalis corniculata* L., *Solanum nigrum* L., *Gnaphalium luteo-album* L., oder von solchen, welche, beiden gemäßigten Zonen angehörend, in den Tropen nur kühlere Gebirgsregionen bewohnen, wie *Lycopodium clavatum* L., *Montia rivularis* Gmel., *Lythrum hyssopifolia* L., *Taraxacum vulgare* (Lmk.) Schrk. Unter den genannten Pflanzen befinden sich vorzugsweise Schutt- und Kulturunkräuter, Kryptogamen und Pflanzen feuchter Standorte. Bei der ersten Kategorie ist ihre weite Verbreitung leicht verständlich; was die beiden letzteren betrifft, so wird nach neueren statistischen Vergleichungen bezweifelt, ob ihnen allgemein größere Areale zukommen als den trockene Fundorte bewohnenden Samenpflanzen, eine Annahme, die bei den Kryptogamen (deren Verbreitung freilich noch weniger genau bekannt ist als die der Phanerogamen) durch die leichtere Fortführung der Sporen, bei den Wasserpflanzen ꝛc. (wenig befriedigend!) durch die gleichmäßigere Temperatur der Standorte erklärt wurde. Die ungeheure Mehrzahl der Pflanzen bewohnt weit beschränktere Areale; selbst die Zahl von Arten ist nicht bedeutend, welche sich über Europa, vom arktischen Rußland bis zu den südlichsten Punkten der in das Mittelmeer vorspringenden Halbinseln verbreiten, wie *Capsella bursa pastoris* (L.) Mnch., *Thymus serpyllum* L. und *Circaea alpina* L., obwohl in Nordamerika und Asien weit verbreitet, fehlt im arktischen Rußland und ist aus den Gebirgen der iberischen und griechischen Halbinsel nicht bekannt. Diese Pflanze bietet uns ein ausgezeichnetes Beispiel der langgezogenen, in der Richtung von Ost nach West bedeutend die südnördliche Ausdehnung übertreffenden Areale, welche auf der nördlichen Hemisphäre in der Alten Welt, sowohl in dem von Frankreich bis Kamtschatka (*Pinus silvestris* L.!) ausgedehnten Waldgebiete, als

§. 317. im Mittelmeergebiete von Süd-Portugal bis Kleinasien und Syrien (*Anagyris foetida* L., *Vitex agnus castus* L., *Nerium oleander* L., und noch südlicher im Sahara-Gebiete von den Canaren und Capverden bis zum unteren Indus (*Scrophularia argûta* Sol., *Antichâris lineâris* (Benth.) Hochst.) vielfach vorkommen. In Amerika finden sich dagegen innerhalb der Tropen bei den der Andeskette oder der Ost- resp. Westküste folgenden Arten vielfach in der Meridian-Richtung verlängerte Areale.

Im allgemeinen sind in den trockneren Vegetationsgebieten der Erde, wo bedeutend ausgedehnte für Pflanzen unbewohnbare Strecken die Wanderung erschweren, die Areale kleiner (die Arten somit auf gleichem Flächenraum zahlreicher) als in den feuchteren, mit üppiger Vegetation versehenen tropischen und temperirten Waldgebieten. Nicht selten beschränkt sich ein solches Areal auf einen einzigen Fundort, wie z. B. die in unseren botanischen Gärten verbreitete *Statice arborescens* Brouss. nur auf einer einzigen kleinen Felseninsel an der Küste der canarischen Insel Teneriffa wild wächst. Allerdings gilt diese Regel der beschränkten Areale weniger in den eigentlichen Wüstengebieten, wo schwächere, für die Wanderung weniger gut ausgerüstete Typen den Kampf ums Dasein meist nicht bestehen konnten. Doch findet sich z. B auf dem Djebel achmar (Rothen Berge) in der unmittelbaren Nähe von Kairo die sehr charakteristische *Fagonia latifolia* Del., die bisher noch an keinem andern Fundorte angetroffen wurde. Sehr beschränkte Areale ausgezeichneter, schwer zu übersehender Arten finden sich aber auch in Mitteleuropa oder wenigstens an dessen Grenze in der Alpenkette in nicht ganz geringer Zahl; eins der bekanntesten Beispiele bietet die S. 765, §. 314. erwähnte *Wulfenia carinthiâca* Jacq.; ferner *Sanguisorba dodecândra* Mass. im Veltlin.

Es ist eine nach den heutigen Anschauungen nicht von der Hand zu weisende Annahme, daß jede Art an einem einzigen Orte entstanden ist. Begründet schon die Uebereinstimmung systematischer Typen in wichtigen Merkmalen, welche die Sprache vorahnend mit dem Ausdrucke „Verwandtschaft" bezeichnet, die Annahme einer gemeinsamen Abstammung, so ist für absolut identische Formen die Annahme eines verschiedenen, sei es gleichzeitigen oder successiven Ursprungs, unstatthaft. Mit der Einheit des Ursprungs ist auch die Einheit des Ursprungsortes gegeben, den ja auch die ältere Anschauung schon als „Schöpfungs-Centrum" gelten ließ.

Der Ursprungsort braucht nicht nothwendig innerhalb des jetzigen Areals zu liegen; für manche Arten, deren Geschichte sich durch mehrere geologische Perioden rückwärts verfolgen läßt, ist bei den vielfachen Verschiebungen der Floren, welche wir weiterhin (§. 320.) betrachten werden, das Gegentheil wahrscheinlich. Jedenfalls wird aber die Verbreitung innerhalb des jetzigen Areals von wenigen, in der Regel einem einzigen Punkte, dem Verbreitungs-Centrum ausgegangen sein, welches für die seit ihrer Entstehung seßhaft gebliebenen Arten mit dem Ursprungsorte zusammenfällt. Diese Betrachtung lehrt, daß das Verbreitungs-Centrum an sich mit dem geometrischen Centrum des Areals nichts zu thun hat, sondern nur durch geologisch-historische Betrachtung (oft überhaupt nicht mit Sicherheit) ermittelt werden kann.

Jede Art hat, vom Verbreitungs-Centrum ausgehend, ihr Areal so weit ausgedehnt, als es, abgesehen von der Mitbewerbung anderer Arten, entweder die klimatischen Bedingungen gestatteten, oder bis sie auf unüberwindliche mechanische Hindernisse gestoßen ist, also z. B. die Meeresküste oder ein ausgedehntes Hochgebirge mit vergletscherten Kämmen erreicht hat, welches eine Tieflandspflanze ebenso schwierig überschreiten kann, als umgekehrt eine Hochgebirgspflanze eine weite Ebene. Die Grenzen der Areale sind mithin bald mechanische, auf gewissermaßen zufälligen Hindernissen der Wanderung beruhende, bald klimatische; letztere, welche seit Grisebach mit dem Namen Vegetationslinien bezeichnet werden, werden an ihrem meist regelmäßigen, mehr oder weniger mit gewissen klimatischen Linien harmonirenden Verlaufe erkannt, sowie auch daran, daß jenseit derselben eine erfolgreiche Kultur der betroffenen Pflanze nicht mehr möglich ist, was natürlicher Weise bei den mechanischen Grenzen nicht der Fall ist.

Am besten sind diese Vegetationslinien natürlich für sehr gesellige Pflanzen und für angebaute Nutzpflanzen zu konstatiren, deren Kultur sicher so weit gegen die

klimatische Grenze vorgeschoben wird, als überhaupt ein lohnender Erfolg in Aussicht steht. Dies trifft namentlich für die Waldbäume und die Getreidearten zu. §. 317.

Das Verhalten der Pflanzen an ihren Arealgrenzen ist ein verschiedenes. Bei Pflanzen der bezeichneten Art grenzt ein Gebiet, in dem die Pflanze noch zahlreich vorkommt, ohne nennenswerthe Uebergänge an ein solches, in dem sie vollständig fehlt. Ebenso scheinen sich auch manche, da, wo sie auftreten, häufige wildwachsende Krautgewächse zu verhalten. So ist z. B. die durch den größten Theil von Deutschland gemeine *Euphorbia cyparissias* L. bei Neustrelitz noch häufig, während sie weiter nördlich, bei Neubrandenburg, schon nicht mehr vorkommt. Viele Arten indes, die überhaupt nur zerstreut oder selten vorkommen, zeigen an ihren Arealgrenzen weit vorgeschobene Außenposten; ihre Fundorte würden, kartographisch dargestellt, einen Archipel darstellen, dessen Inseln in der Mitte dicht gedrängt, nach außen aber weit von einander entfernt sind. So ist z. B. *Inula conyza* DC. in Mitteleuropa und Vorderasien eine weit verbreitete, wenn auch wohl nirgends gemeine Pflanze. Die äußersten nordöstlichen Fundorte bei Krossen, auf Rügen und den dänischen Inseln sind aber, da sie sonst im baltischen Flachlande völlig fehlt, solche vorgeschobene Posten.

Manche Pflanzen-Areale setzen sich, um bei obigem Gleichnisse zu bleiben, überhaupt aus mehreren weit von einander entlegenen Inselgruppen zusammen. Dies ist z. B. nach unseren jetzigen Kenntnissen bei der S. 731, §. 303. erwähnten Wasserpflanze *Aldrovandia vesiculōsa* L. der Fall, welche außer an den dort angegebenen Fundorten im deutschen Florengebiete noch in West- und Südfrankreich, in Ober-Italien, Ungarn, Russisch-Litthauen (Pinsk), Ostindien (Calcutta), Australien (Rockhampton) und Central-Afrika (Gazellenfluß) vorkommt. Allerdings dürfte sich das Kartenbild in der Zukunft beträchtlich anders gestalten, da ohne Zweifel noch zahlreiche Fundorte des leicht zu übersehenden Pflänzchens aufgefunden werden dürften; immerhin aber wird ihre Verbreitung sich als eine sehr zerstreute herausstellen, wenn man z. B. erwägt, daß sie in der Provinz Westpreußen, deren Seen seit 20 Jahren von Prof. Caspary systematisch untersucht wurden, erst 1882 aufgefunden wurde.

Allein auch bei auffallenden Pflanzen, welche nicht leicht unbemerkt bleiben können und deren Standorte die bewohnten Gebiete dicht bedecken, kommen getrennte Areale vor, welche durch weite Räume unterbrochen werden, in denen die Pflanze nicht vorkommt. Die besten Beispiele liefern wiederum Holzgewächse, wie die Libanon-Ceder (*Cedrus Libāni* Loud.), welche Süd-Kleinasien, den Libanon und Cypern, und in einer wenig verschiedenen Form (*C. atlantica* Manetti) die Gebirge des westlichen Nordafrika bewohnt. Dasselbe Verhältniß findet auch bei *Rhododēndron ponticum L.* statt, welches in den Gebirgen von Kleinasien und Syrien, und in einer wenig abweichenden Form (*R. baeticum* Boiss.) im südwestlichsten Theil der iberischen Halbinsel vorkommt. Ein weiterer Fall getrennter Areale betrifft zahlreiche Gebirgspflanzen, welche in höheren Breiten in der Ebene auftreten, z. B. *Empētrum nigrum* L. (S. 736, §. 305. und S. 761, §. 314.), sowie *Pedicularis sudetica* Willd. (S. 765, §. 314.), welche in Nordasien und im arktischen Europa in der Ebene vorkommen; auch unsere Lärche (S. 757, §. 313.) findet sich in demselben Gebiete in einer wenig abweichenden Form (*Larix sibirica* Ledeb. = *Pinus Ledebourii* Endl.), die Arve (S. 716, §. 314.) sogar ununterscheidbar von der der Alpen. In allen diesen Fällen ist eine im Laufe der jetzigen geologischen Periode erfolgte Verbreitung der Pflanzen von einem Theile des getrennten Areals nach dem anderen weder nachgewiesen, noch irgendwie wahrscheinlich; eine durch Uebertragung der Pflanzen auf so weite und noch weitere Entfernungen eingetretene Bildung neuer Areale ist immer nur durch Vermittelung des Menschen erfolgt, wofür wir in §. 321. lehrreiche Beispiele kennen lernen werden.

Wir finden überhaupt, wenn wir die Verbreitungsmittel der Pflanzen und ihre Anpassungen an dieselben in Betracht ziehen, über letztere, soweit sie Früchte und Samen betreffen (vergl. §§. 130, 131.), daß im allgemeinen die schrittweise, allmähliche Wanderung in jeder Weise begünstigt, die sprung-

§. 317. weise, auf weite Entfernungen aber keineswegs so erleichtert ist, als dies früher in der Regel angenommen wurde.

Was die Luftströmungen betrifft, welche nicht nur die mikroskopisch kleinen Sporen der Kryptogamen, sondern auch zahlreiche Phanerogamen-Samen und Früchte von nicht unbeträchtlicher Größe und Gewicht, wenn dieselben mit Flügeln oder aus Haargebilden bestehenden fallschirmartigen Anhängen versehen sind, oder große luftgefüllte Hohlräume enthalten, in seltenen Fällen sogar ganze Pflanzen fortführen können, wie die Flechte *Lecanora esculenta* (Pall.) Spr., welche in den Wüsten Nordafrikas und Vorderasiens, von ihrem Substrat abgelöst, vegetirt (Mannaregen der Bibel nach einigen Auslegern), so wird deren lokomotorische Wirkung in der Regel bedeutend überschätzt.

In neuerer Zeit hat besonders Kerner nachgewiesen, wie gering die horizontalen Entfernungen sind, in welchen die Samen der Pflanzen durch die in den Alpenthälern gewöhnlich herrschenden Luftströmungen verbreitet werden. Auch in den Ebenen gelangt der größte Theil der selbst durch den heftigsten Sturm fortgerissenen Samen bald auf den Boden und wird dort festgehalten; daß unter besonders günstigen Umständen Samen einer Pflanze auf diesem Wege auf nicht unbeträchtliche Entfernung verschleppt werden können, ist nicht in Abrede zu stellen. Es wird dies z. B. von dem ersten Erscheinen des neuerdings in Norddeutschland so lästig gewordenen Unkrautes *Senecio vernalis* W. K. behauptet, welches in Oberschlesien zuerst 1826, nachdem im Herbst 1825 Ostwinde lange Zeit geweht hatten (ungefähr gleichzeitig auch in der Provinz Preußen), auftrat, indes lange unbeständig blieb und erst etwa seit dem Jahre 1850 weitere und bleibendere Fortschritte gemacht hat, seit welcher Zeit man allgemein die Verschleppung mit Saatgut als Hauptquelle der Verbreitung auf größere Entfernung annimmt, während allerdings die Ausbreitung in der Nähe durch die abfliegenden Früchte nur zu sehr begünstigt wird. Ein schlagender Beweis für die verhältnißmäßig geringe Fortbewegung leichter Körper durch den Wind ist die verhältnißmäßig sehr große Stabilität der Flugsanddünen, auch in der Sahara, und die Sicherheit, mit der eine Karavanenstraße auch in Dünenterrain durch auf dem Sande liegen bleibende leichtere Gegenstände (Thier-Exkremente, Stückchen von Stricken und anderem Packmaterial) bezeichnet bleibt (vergl. Rohlfs, Drei Monate in der Libyschen Wüste. Cassel 1875. S. 270).

Auch die Meeresströmungen haben auf die Verbreitung der Pflanzen schwerlich die eingreifende Wirkung, die ihnen vielfach, auch noch von Grisebach, zugeschrieben wurde. Es ist zwar richtig, daß auf diesem Wege die sonderbar gestaltete Frucht der Meer-Kokosnuß (*Lodoicea Seychellarum* Labill.) von ihrer Heimat auf den Seychellen nach den zu Vorderindien gehörigen Inselgruppen gelangte, und daß der Golfstrom noch heute zahlreiche tropisch-amerikanische Früchte und Samen an die Gestade Westeuropas und seiner Nachbargebiete, von den Canaren bis Nowaja Semlja, treibt, namentlich die Samen der *Entada gigalobium* DC., nach welcher die Kastanienbai auf dem letztgenannten arktischen Archipel benannt ist, während Columbus auf der canarischen Insel Gomera in ihnen beredte Zeugen der Nähe seines „Indien" zu finden glaubte. Allein schon die Thatsache, daß der Volksglaube die ersterwähnte Frucht von einem unbekannten Meergewächse ableitete, beweist, daß niemals eine *Lodoicea*-Pflanze an dem entfernten Gestade aufwuchs und noch weniger war das begreiflicherweise an den europäischen Küsten mit den tropischer Pflanzen der Fall, welche der Golfstrom über den atlantischen Ocean führt (obwohl nach Professor Engler's Mittheilung in Norwegen angetriebene *Entada*-Samen neuerdings in Upsala zur Keimung gebracht wurden). Die Versuche von Darwin und Anderen haben dargethan, daß die große Mehrzahl, selbst der mit dicken und harten Schalen versehenen Früchte und Samen, die Keimfähigkeit binnen kurzem verliert und so ist die Verbreitung durch Meeresströmungen nur für das Meer selbst und seine Küsten bewohnende Gewächse, deren Samen durch Salzwasser in ihrer Keimkraft nicht geschädigt werden, anzunehmen; möglich wäre sie allenfalls für ungewöhnlich gut verwahrte Früchte, wie die der ohnedies die Küsten liebenden Kokospalme, für welche allerdings Alph. De Candolle die früher von ihm verfochtene möglicherweise

spontane Wanderung von der Westküste Mittelamerikas nach Polynesien und dem Indischen Archipel nicht mehr wahrscheinlich findet. Die von v. Siebold mitgetheilte Tradition, daß der Mais in Japan vor 1200 Jahren „angeschwemmt" sei, könnte, wenn sie nicht durch neuere, zuverlässigere Nachrichten (Rein, im Jahresber. Verein für Geogr. Frankfurt a. M. 1875—78, S. 87 nach Wittmack, Zeitschr. für Ethnol. 1880, S. 86) widerlegt würde, nur so verstanden werden, daß im Besitz dieser Pflanze befindliche Seefahrer an die Küste dieses Reiches verschlagen wurden. §. 317.

Dagegen läßt sich den Bewegungen des süßen Wassers eine ausgedehnte Wirksamkeit für die Verbreitung der Pflanzen nicht absprechen. Nicht nur Samen und entwickelungsfähige Theile von Wasser-, sondern auch weit mehr solche von Landpflanzen, werden bei Hochwasser auf große Entfernungen stromabwärts verbreitet und gelangen dort, wenn auch die meisten zu Grunde gehen mögen, zur Entwickelung und nicht selten zu bleibender Ansiedlung. So sind an den Braun- und Moldau-Ufern bei Prag wiederholt nach Ueberschwemmungen *Bidens radiātus* Thuill. und *Coleānthus subtilis* Seidl, welche in den oberen Gebieten dieser Flüsse bleibende Standorte haben, beobachtet worden, was Verf. selbst 1872 mit Prof. Celakovsky konstatirte. Wenn diese auch bald wieder verschwinden, so ist doch für andere, nur an den Ufern größerer Flüsse vorkommende Arten, so für die meisten der S. 733, §. 304. aufgeführten, mit Sicherheit anzunehmen, daß sie sich von einem Punkte des Flußgebietes aus durch die Wirkungen des Hochwassers verbreitet haben. Eine noch größere Gleichförmigkeit der Uferflora herrscht begreiflicherweise an den tropischen Strömen (Nil, Ganges, Amazonas), welche regelmäßig ihre Uferlandschaften überfluthen. Unter den Uferpflanzen des Nils befinden sich mehrere weit verbreitete Tropenpflanzen, wie *Glinus lotoides* L., *Cyperus pygmaeus* Rottb., *Frimbristylis dichotoma* L., die auf diesem Wege vielleicht zuerst dem Mittelmeer-Gebiete zugeführt sein dürften. Noch auffälliger ist das auf diesem Wege bewirkte Herabsteigen der Gebirgs- und selbst hochalpiner Pflanzen an den Ufern der Flüsse, wofür das Vorkommen von *Allium schoenoprāsum* L. an den Ufern des Rheins und der Elbe, von *Aröbis Hallēri* L., *Alsine verna* (L.) Bartl., *Armeria Hallēri* Wallr. an den Harzflüssen (z. Th. bis Braunschweig und Hildesheim), in noch großartigerer Weise aber die Kiesbetten der den Alpen entströmenden Flüsse, wie Rhein, Iller, Lech, Isar ꝛc. (vgl. §§. 312. 314.) Beispiele bieten.

Auch die Thiere verbreiten theils in ihrem Haar- und Federkleide, theils in den oft weit von dem Orte der Nahrungsaufnahme abgelegten Exkrementen, oder in den ausgestoßenen „Gewöllen" zahlreiche Pflanzensamen ꝛc. Die mit Haken und Borsten bedeckten, sowie die klebrigen Früchte und Samen sind offenbar für die Wanderung auf ersterem, die fleischigen für den letzteren Weg angepaßt. Namentlich ist die Thätigkeit der Vögel, welche in kurzer Zeit oft ansehnliche Entfernungen zurücklegen, in dieser Hinsicht nicht gering zu veranschlagen. Der Transport von Samen an den Schwimmhäuten der Wasservögel ist durch direkte Beobachtungen von Durieu, Caspary, Kerner nachgewiesen. Zeugnisse des Eingreifens dieser Thierklasse sehen wir z. B. in dem Erscheinen von Gehölzen mit fleischigen Früchten (Hollunder, Ebereſche) auf den unzugänglichen Mauerzinnen von Ruinen, in dem plötzlichen Auftreten früher nicht beobachteter Wasserpflanzen in kleinen, abgeschlossenen Teichen, obwohl es wohl nicht zulässig wäre, etwa die getrennten Areale der *Aldrovandia* (vgl. S. 771) oder das des uferbewohnenden *Coleānthus*, welcher sich außer an den S. 731, §. 304. angeführten Standorten noch in Norwegen, in der Bretagne, sowie am Oregon im westlichen Nordamerika (nach Bentham) vorfindet, ausschließlich auf diese Art der Verbreitung zurückführen zu wollen. Ebenso wenig darf man annehmen, daß weite Meeresstrecken von Land- oder Küsten- und Sumpfvögeln überflogen werden; dies geschieht nur von den eigentlichen Seevögeln, die wieder das Land kaum berühren. Auch sind die häufigsten Wanderungen, die der im Winter niedere Breiten aufsuchenden Zugvögel, deshalb von geringerem Belange für die Verbreitung der Pflanzen, weil Ausgangs- und Endpunkt der Wanderung unter klimatisch zu verschiedenen Bedingungen zu stehen pflegen. Dennoch ist es wohl ein beachtenswerther Gesichts-

punkt, mit Engler die von Palmen festgestellten Wanderstraßen der marin-litoralen Vögel längs den West- und Nordküsten Europas mit der Verbreitung gewisser Pflanzenarten in Beziehung zu bringen. Wir sehen auch hier wieder die schrittweise Verbreitung der Pflanzen durch die Wanderungen der Thiere in jeder Weise begünstigt, während dem Transport auf sehr weite Entfernungen meistens unüberwindliche Hindernisse entgegenstehen. Derselbe ist nur dann möglich, wenn das lebende Thier als Handelswaare dem Willen des Menschen folgend große Strecken in sehr kurzer Zeit zurücklegen muß. Wenn wir von jenem Esel, in dessen Haaren die ersten Samen der jetzt in den Pampas von Buenos Aires in so störender Weise herrschend gewordenen Artischocken 1769 von Spanien dorthin gelangt sein sollen, als einem minder beglaubigten Falle absehen (der ausgestopfte Vogel, in dem angeblich die ersten Früchte von *Erigēron canadēnsis* aus Nordamerika nach Europa kamen, gehört wohl noch mehr in jenen Sagenkranz, der sich auch in diesem Wissenszweige um die verbürgte Geschichte schlingt), so wäre als wichtigste auf diese Art erfolgte Pflanzenwanderung das Vordringen des *Xanthium spinōsum* L. von seinem (allerdings sekundären) Wohnbezirke in Südost-Europa nach Nordwesten, welches in einem erheblichen Theil durch den Antrieb serbischer und ungarischer Schweine erfolgte, in deren Pelz sich die hakigen Fruchthüllen festsetzen. In ähnlicher Weise erhalten wir jährlich durch die Einfuhr von Wolle aus überseeischen Ländern eine reichhaltige Sammlung von Früchten und Samen von den Schaftriften in Südamerika, Südafrika und Australien, unter denen sich die „Wollkletten" (*Xanthium spinōsum*, *Medicāgo sp.*) durch ihre große Zahl, die „Wollspinnen" (*Martynia sp.*, *Harpagophyton procúmbens* (Burch.) DC.), durch ihre sonderbare Gestalt auszeichnen. Auch andere, nicht mit besonderen „Klettvorrichtungen" versehene Früchte wurden in der zum Transport fremder Körper sehr geeigneten Wolle nach Europa gebracht und so gleichen die Umgebungen der Tuchfabrikstädte, besonders aber der großartigen Wollwäschereien in der Nähe der südfranzösischen Importplätze Montpellier und Agde (von denen übrigens der berühmte Port-Juvenal bereits seit mehreren Jahren in dieser Richtung keine Ausbeute mehr liefert) kleinen botanischen Gärten, die selbst manche unbeschriebene Art geliefert haben. Bleibende Ansiedelungen sind aber auf diesem Wege kaum erfolgt.

Literatur. Areale: Alph. De Candolle, Géographie botanique raisonnée. Paris und Genf 1855. pag. 471 sq. u. 993 sq. Wanderungen: u. a. Alph. De Candolle, l. c. pag. 607 sq. — A. Kerner, Beiträge zur Geschichte der Pflanzenwanderungen. Oesterr. Bot. Zeitschr. 1879. S. 171 ff., 212 ff. — H. Hoffmann, Pflanzenwanderung und Pflanzenverbreitung. Gießen 1853. — F. Hildebrand, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873. — E. Loew, Ueber Perioden und Wege ehemaliger Pflanzenwanderungen im norddeutschen Tieflande. Linnaea XLII. Bd., S. 511 ff. — A. Kerner, Der Einfluß der Winde auf die Verbreitung der Samen im Hochgebirge. Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins. II. S. 144 ff. — P. Ascherson, Senecio vernalis W. K., ein freiwilliger Einwanderer in die deutsche Flora. Verhandlungen des Botanischen Vereins Brandenb. III. IV. 1861, 1862. S. 150 ff. — E. Huth, Die Anpassungen der Pflanzen an Verbreitung durch Thiere. Kosmos 1881. S. 273 ff. — W. O. Focke, Die Wanderfähigkeit der Bäume und Sträucher. Oesterr. Bot. Zeitschr. 1874. S. 261 ff. — Godron, Florula Juvenalis. Montpellier 1853. (Nachtrag von Cosson [Bull. Soc. Bot. France] 1859. pag. 605 ff. — F. Reisseck, Ueber die Wanderungen des Xanthium spinosum. Verhandl. der K. K. Zoolog.-Botan. Ges. Wien 1865. S. 105 ff. — E. Ihne, Studien zur Pflanzengeographie. 19. Bericht der Oberhess. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde 1880 (Xanthium spinosum).

B. Klimatische Bedingungen der Pflanzenverbreitung.

§. 318. Die klimatischen Bedingungen, welche in erster Linie das Leben der Pflanzen und somit ihre Verbreitung beeinflussen, sind Wärme, Licht und die Feuchtigkeit. Ueber die Beziehungen des Luftdrucks und der Elektricität bezw. des Ozon- und Kohlensäuregehalts der Luft zur geographischen Verbreitung der Pflanzen ist noch wenig Sicheres bekannt; die Einwirkung des Lichtes, so wichtig dasselbe auch ist, fällt aus der Betrachtung aus, weil zur Messung der Intensität noch keine für klimatologische Vergleichungen geeignete Methoden existiren. Es bleiben somit Wärme und Feuchtigkeit als die beiden großen Regulatoren des Pflanzenlebens, von denen die erstere in den höheren Breiten, wo es in der Regel nicht an

Feuchtigkeit fehlt, die letztere dagegen in den tropischen und subtropischen Zonen, wo die Wärme stets ausreichend ist, von überwiegender Bedeutung ist. §. 318.

1) Wärme.

Die Verbreitung der Wärme über die Erdoberfläche ist bekanntlich von der Stellung der Erdachse zur Ebene der Bahn abhängig, welche die Erde um die Sonne beschreibt. Diese bedingt, daß zwar auf beiden Seiten des Aequators (Tropenzone) die Sonnenstrahlen stets unter einem viel größeren Winkel (2 mal [an den Wendekreisen 1 mal] im Jahre 90°) die Erdoberfläche treffen, dieselbe daher stärker erwärmen und so auch die von der Temperatur der Bodenfläche fast ausschließlich abhängige Luftwärme, höher steigern als in höheren Breiten, daß aber das Maximum der Erwärmung (Wärme-Aequator) jährlich vom 21. Juni bis zum 21. December von Norden nach Süden, in der anderen Hälfte des Jahres aber in umgekehrter Richtung wandert. Hieraus folgt die entgegengesetzte Periode der Jahreszeiten auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre.

Man bestimmt die Wärmemenge, welche jeder Ort der Erde erhält, durch die mittlere Jahrestemperatur, da das Mittel aus allen Tagestemperaturen für jeden Ort für verschiedene Jahre so gut wie konstant ist. Man stellt dieselben seit A. v. Humboldt durch die Isothermen[1] graphisch dar, Kurven, welche die Orte gleicher Jahrestemperatur verbinden. Aus der umstehend mitgetheilten Karte (Fig. 662.) ersieht man, daß die Isothermen keineswegs in der Richtung der Parallelkreise verlaufen, sondern von derselben im Innern der Kontinente weit stärker abweichen, als auf den Oceanen, was namentlich bei der ungeheuren Breite des Stillen Oceans auffällt. Ferner sieht man, wie auf der nördlichen Hemisphäre in der Nähe der Westküsten die Isothermen sich mehr den Polen nähern (konvexe Scheitel bilden), im Innern der Kontinente aber konkave Scheitel haben und gegen die Ostküsten sich nur wenig heben, daß auf der südlichen Hemisphäre das Verhältniß aber ein umgekehrtes ist. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der kombinirten Wirkung der warmen und kalten Meeresströmungen einer- und der klimatischen Winde andererseits, durch welche Europa vor allen in denselben Breiten gelegenen Erdstrichen so sehr begünstigt wird. Ebenso wie die erwärmende Wirkung des europäischen und japanischen Golfstromes auf diesem Kartenbilde sofort hervortritt, so auch die abkühlende der Humboldtströmung auf die Westküste von Südamerika und der westafrikanischen Polarströmung.

Die Isothermen geben aber keine für die Beurtheilung des Wärmebedürfnisses einer Pflanze ausreichende Charakteristik des thermischen Klimas. Dieselbe Jahrestemperatur kann aus sehr verschiedenen Werthen für die einzelnen Jahreszeiten bezw. Monate resultiren. So schneidet dieselbe Isotherme von 10° C.[2] das nördliche Irland (Belfast) und das südliche Rußland (Odessa); während aber in Irland der Unterschied der Temperatur des wärmsten und kältesten Monats etwa 11° beträgt, steigt er in Greenwich schon auf etwa 16°, in Breslau auf 20½°, in Moskau auf 30° und in Jakutzk auf 64°. Wie groß der Unterschied in der Vegetation zwischen der „grünen Insel", wo die Myrte im Freien aushält, der Weinstock seine Frucht aber nur im Glashause reift, und dem Steppenklima von Südrußland ist, wo im Winter eine hohe Schneedecke den Boden verhüllt und der Weinstock nur durch dichte Bedeckung vor dem Erfrieren geschützt wird, während im Sommer die Vegetation dürr und versengt dasteht und Melonen reifen, bedarf keiner Erläuterung. Die obigen Zahlen zeigen, daß im Norden der östlichen Hemisphäre in der Nähe der Westküsten mäßige Differenzen zwischen dem nicht sehr warmen Sommer und dem gelinden Winter herrschen (Seeklima), während je weiter man nach Osten fortschreitet (bis zu einem weit näher der Ostküste gelegenen Punkte), um so mehr die Unterschiede zwischen dem heißen Sommer und dem immer strengeren Winter zunehmen (Kontinentalklima).

1) ἴσος gleich, θερμός warm. 2) alle Temperaturangaben sind in Graden des 100theiligen Thermometers gemacht.

§. 318.

Fig. 662. Bremen oder Linien gleicher jährlicher Wärmeverhältnisse in Celsiusgraden.

§. 318. Ein Blick auf die Isothermenkarte lehrt, daß im Bereiche des Kontinentalklimas die Jahres-Isothermen konkave, in dem des Seeklimas konvexe Scheitel haben. Dove hat die Orte, welche gleiche Unterschiede der Jahrestemperatur von dem Mittel des Parallelkreises zeigen, durch die Isanomalen[1] verbunden (Kurven, welche ähnliche Abweichungen von den Meridianen zeigen, wie die Isothermen von den Parallelkreisen). Man kann die Isanomale von 0° als Grenze zwischen See- und Kontinentalklima in der nördlichen gemäßigten Zone betrachten. In der Tropenzone herrscht im allgemeinen Seeklima, da die jährliche Variation der Temperatur sehr gering ist (in Singapore z. B. ca. 2°); ebenso herrscht auf der südlichen Hemisphäre noch in höheren Breiten Seeklima (in Neuseeland jährliche Variation ca. 8°, in der Kapstadt ca. 9°). An den Ostküsten der Kontinente in der nördlichen Hemisphäre, auch im inneren Nordamerika, herrscht in höheren Breiten ein (ungünstig!) gemischtes Klima, nämlich strenge Winter mit kühlen Sommern. Die bereits von v. Humboldt eingeführten Isotheren[2] (Linien gleicher Sommerwärme) und Isochimenen[3] (Linien gleicher Wintertemperatur) geben immerhin schon eine bessere Vorstellung von den auf die Pflanze einwirkenden Temperaturverhältnissen, als die Isothermen, eine noch bessere aber die von Dove zuerst dargestellten Monats-Isothermen. In der nördlichen gemäßigten Zone, wo der Gegensatz zwischen Kontinental- und Seeklima am größten, nähern sich die Monats-Isothermen des Sommers (und die Isotheren) mehr dem Verlaufe der Parallelkreise, als die Jahres-Isothermen, während die Winter-Isothermen noch stärker von denselben abweichen. Vergl. die Karte Fig. 663.

Wie schon S. 727, §. 300. angedeutet, ist die Temperatur nicht nur von der geographischen Lage, sondern auch von der Erhebung über die Meeresfläche abhängig, worauf bei der Konstruktion der Isothermen, um das Bild nicht zu verwirren, keine Rücksicht genommen werden kann. Wegen der Abnahme der Dichtigkeit, und infolge dessen der Wärmekapacität der Luft, sowie wegen der bei der größeren Oberfläche einer Gebirgsmasse im Vergleich zu einer Ebene, die denselben Raum als die Grundfläche des Gebirges einnimmt, vermehrten Ausstrahlung, nimmt die Temperatur mit steigender Erhebung ab (auf Hochebenen mit Rücksicht auf die zweite Ursache langsamer als auf isolirten Bergen oder schmalen Bergketten). Die Abnahme ist so beträchtlich, daß in den höchsten Regionen der Gebirge, selbst in den Tropen, die Jahrestemperatur unter dem Gefrierpunkte liegt und (zumal bei der geringen jährlichen Variation) die Sonnenwärme nicht ausreichend ist, um den gefallenen Schnee zu schmelzen. Die Lage der Schneegrenze, oberhalb welcher der Schnee das ganze Jahr hindurch liegen bleibt, wird, außer von der Höhe und der davon abhängigen Luft- und Bodentemperatur auch von der Feuchtigkeit der Luft und der davon abhängigen Quantität des Schneefalls beeinflußt und unterliegt daher, namentlich in den Tropen, noch größeren Schwankungen als die Höhen-Isothermen. Hierdurch erklärt sich die paradoxe Thatsache, daß am Nordabhange des Himalaya, welcher von dem trockenen Steppenklima Tibets beeinflußt wird, die Schneegrenze bei 5054 m (15 600′), also ca. 1100 m höher liegt als an dem den gewaltigen tropischen Niederschlägen Indiens ausgesetzten Südabhange, wo sie bei 3953 m (12 200′) liegt. In den südamerikanischen Andes (Bolivia) liegt die Schneegrenze bei 5378 m (16 500′) verhältnißmäßig sehr hoch, auch auf dem Felsengebirge im Prairiegebiete Nordamerikas (unter 43° nördlicher Breite bei 3758 m (11 600′), unter 40° erreicht der 4325 m (13 350′) hohe Pike's Peak dieselbe noch nicht. In den Schweizer Alpen beträgt der Mittelwerth der Schneegrenze 2657 m (8200′); aber selbst an den nördlichsten in Smith's Sound und Franz-Josephsland erreichten Punkten jenseit des 80° nördlicher Breite erreicht die Schneegrenze den Meeresspiegel noch nicht, da bei einer Jahrestemperatur unter 0° doch die Wärme des kurzen Sommers den Schnee noch beseitigt, also Pflanzenleben gestattet, während in den Süd-Polarländern bei der geringen Variation des Seeklimas ähnliche Verhältnisse wie in den

1) Ἴσος gleich, ἄνομος ungesetzlich (bezw. »abweichend«). 2) ἴσος gleich, θέρος Sommer. 3) ἴσος gleich, χειμών Winter.

§. 318. höchsten Regionen der Gebirge herrschen, der Schnee also das ganze Jahr liegen bleibt. Immerhin ergiebt sich aus diesen Thatsachen die Analogie der Temperaturverhältnisse der Höhenregionen der Gebirge mit den in höheren Breiten in der Ebene beobachteten, und es erklärt sich hierdurch das Gedeihen arktischer Pflanzen in den alpinen Regionen Mitteleuropas, Nordamerikas und Mittelasiens, sowie antarktischer in denen der südamerikanischen Andeskette. Eine gewisse, wenn auch minder auffällige Uebereinstimmung findet sich auch zwischen der Vegetation etwas tieferer Regionen tropischer Gebirge und derjenigen der Ebenen gemäßigter Zonen.

Es ist von manchen Seiten bezweifelt worden, daß die Zahlen der meteorologischen Beobachtungs-Journale eine richtige Vorstellung von den Temperaturen geben, welche wirklich auf die Pflanzen einwirken. Diese Beobachtungen werden bekanntlich im Schatten und in einer gewissen Höhe über der Erdoberfläche angestellt (etwa 3,3 m [10′]). Ein Thermometer, welches sich in Brüssel 3,3 m über dem Boden befand, zeigte im Sommer im Mittel 3,09°, für das ganze Jahr 1,61°, höhere Temperatur als an der Bodenoberfläche. Die Krautgewächse erhalten also durchschnittlich etwas geringere, die Bäume höhere Temperaturen, als die meteorologischen Tabellen zeigen. Die anzubringende Korrektion wird indes für verschiedene Orte in nicht zu verschiedenen Klimaten annähernd dieselbe sein. Die Wirkung der direkten Sonnenstrahlen ist ebenfalls nicht so bedeutend, als man nach direkten Thermometer-Beobachtungen annehmen möchte. Zwar beobachtete Askenasy in Heidelberg an Sempervivum-Rosetten (bei einer Schattentemperatur von 31°) eine Temperatur von 51,2° und ist anzunehmen, daß in den Tropen, wo die Lufttemperatur 50° überschreiten kann, und A. v. Humboldt im vulkanischen Sande des Vulkans Jorullo in Mexico 60° notirte, noch höhere Wärmegrade erreicht werden. Indes bemerkt Askenasy mit Recht, daß diese Erscheinung eine ausnahmsweise, nur auf Fettpflanzen, welche ja auch die trockensten und relativ wärmsten Standorte bewohnen, beschränkte ist, indem bei den meisten Pflanzen durch ihre eigene sowie die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit, bei voluminösen, namentlich Holzgewächsen durch ihre Selbstbeschattung 2c. die Wirkungen der direkten Sonnenstrahlen abgeschwächt werden. Auch übt die in Vergleich zu beschatteten Oertlichkeiten stärkere Ausstrahlung eine ausgleichende Wirkung aus. Alph. De Candolle hat die Wirkung der direkten Sonnenwärme auf die Pflanzen auf zwei verschiedenen Wegen zu bestimmen gesucht. Der Vergleich zwischen der nördlichen und südlichen Exposition (vergl. S. 727, §. 299.) ergab, daß in den Schweizer und Deutschen Alpen im Mittel dieselbe Species auf letzteren 172 m (530′) höher ihre Grenze findet, was einem Temperaturunterschiede von 1° entspricht. Auf dem sieben Breitegrade südlicher gelegenen Aetna, wo natürlich die Insolation weit kräftiger wirkt, beträgt dieser Unterschied 319 m (1080′), entsprechend 2,3°. Ferner machte er zu Genf wiederholt Aussaaten einjähriger Arten unter sonst gleichen Verhältnissen in der Sonne und im Schatten. Das Aufblühen und die Samenreife traten bei den ersteren natürlich früher ein, und wurde die Differenz der (nach den Schattenbeobachtungen berechneten) Temperatursummen (vergl. unten S. 779) als Wirkung der Insolation in Rechnung gebracht, welche für die Zeit von Mai bis September für Genf einer täglichen Differenz von 3,5°, für die wärmsten Monate aber von 5—6° ergab. Die letztere Methode ergiebt jedenfalls zuverlässigere Resultate als die erste, bei der das Ergebniß durch zu viele unberücksichtigt gebliebene Nebenumstände beeinflußt wird, da sie mit den Ergebnissen direkter Thermometer-Beobachtungen in der Sonne und im Schatten, wie solche z. B. für Chiswick bei London vorliegen, gut übereinstimmt, welche nur für die wärmeren Monate etwas geringere Differenzen (4°) ergeben, was sich durch die reichlichere Bewölkung in England erklärt.

Von großer Bedeutung für die Pflanzen ist die Bodentemperatur, welche nicht nur die Wurzeln, die sich im Boden befinden, sondern auch die unmittelbar über der Bodenfläche befindliche Luftschicht, mithin einen Theil, bei niedrigen krautartigen Gewächsen einen großen Theil der oberirdischen Organe oder dieselben sämmtlich beeinflußt. Die Schwankungen der Lufttemperatur werden im Boden mit zunehmender Tiefe immer mehr abgeschwächt, so daß sie in einer Tiefe, die natürlich

von der Größe dieser Schwankungen, aber auch von der Wärmeleitung der Bodenart abhängt, überhaupt nicht mehr bemerkbar sind. In den Tropen liegt diese Schicht konstanter Temperatur oft nur 1 m unter dem Boden, also in einer Tiefe, die sehr wohl noch von den Wurzeln der Gewächse erreicht wird; während sie in den gemäßigten Zonen natürlich viel tiefer liegt. In den Ländern, deren Jahrestemperatur unter 0° liegt, ist natürlich der Boden in dieser Tiefe stets gefroren, und doch trägt dieser (bei Jakutzk über 115 m [358′] mächtige) Eisboden noch in Sibirien und Nordamerika hochstämmigen Wald. In Brüssel ist nach Quetelet die an der Bodenoberfläche 16,71° betragende Differenz zwischen dem wärmsten und kältesten Tage in 1 m Tiefe auf 10,75° gesunken und die Schwankungen brauchen 19 Tage, um in diese Tiefe einzudringen. In der Tiefe von 0,3 m ist die Temperatur im August 2° geringer als 0,77 m über der Erde, im Januar aber 2,38° höher. Hierdurch erklärt sich, daß die Bodentemperatur im Winter dem zerstörenden Einflusse der niedrigen Lufttemperaturen entgegen wirkt (wobei die die Wärme schlecht leitende Schneedecke mächtige Hülfe leistet), im Frühjahre einerseits bei plötzlich steigender Luftwärme das zu frühe Austreiben hindert, andererseits Nachtfröste überwinden hilft, im Sommer aber der zu großen Hitze Widerstand leisten kann. Daß die verschiedene Wärmecapacität des Bodens auf die vorkommenden Pflanzen von großem Einflusse ist, ist S. 726, §. 298. angedeutet. §. 318.

Schon seit fast einem halben Jahrhundert hat man sich bemüht, für die Einwirkung der Wärme auf die Vegetation einen numerischen Ausdruck zu finden. Ausgehend von der Erfahrung, daß innerhalb gewisser Grenzen Zeit und Temperatur sich in der Art kombiniren lassen, daß eine kürzere Zeit der Einwirkung einer höheren Temperatur dieselbe Wirkung hervorruft als eine längere Zeit niedrigerer Temperatur, hat man diesen Ausdruck seit Bousſingault in den Temperatur-Summen gesucht, indem die beobachteten Temperaturgrade während einer als maßgebend betrachteten Periode summirt werden, so daß das Resultat dem Produkte aus der Mitteltemperatur der fraglichen Periode und der Anzahl der Tage entspricht; so beanspruchte der Mais von der Aussaat bis zur Fruchtreife am Rio Magdalena in Columbien 92 Tage à 27,5°, was 2530° ergiebt, auf dem Plateau von Bogotà 183 Tage à 15° = 2745°, in Kingston (Nordamerika) 122 Tage à 22° = 2684°, in Bechelbronn (Elsaß) 122 Tage à 20° = 2440°. Von theoretischen Erwägungen über die Natur der Wärmewirkung ausgehend, haben Quetelet statt der einfachen Temperaturgrade deren Quadrate, Babinet umgekehrt die Quadrate der Zeiten in diese Formel eingesetzt. Die letztere Methode giebt handgreiflich unrichtige Resultate, die Ergebnisse der ersteren weichen nicht wesentlich von denen ab, welche durch Summirung der einfachen Temperaturen erhalten werden, und hat daher diese unnöthige Complication der Rechnung keine Nachfolge gefunden. Ueber die Methoden der Berechnung der Wärmesummen herrscht noch große Meinungsverschiedenheit. Daß die Temperaturen unter 0° nicht als negativ in Rechnung gebracht werden dürfen, ist seit Alph. De Candolle anerkannt. H. Hoffmann und J. Ziegler berechnen die Summen auf Grund der in der Sonne beobachteten Maxima, die übrigen Schriftsteller nach den Tagesmitteln der Schattentemperatur. Ferner fragt es sich, welcher Zeitpunkt und welche Temperatur als Ausgangspunkt dienen soll. Bei einjährigen Pflanzen, wie die von Bousſingault besprochenen Getreidearten, werden die Summen selbstverständlich für die Zeit von der Aussaat bis zur Fruchtreife berechnet. Anders stellt sich die Frage für die Holzgewächse und jedenfalls auch für die Stauden, welche Ruheperioden besitzen, in denen Temperaturerhöhung wirkungslos bleibt, wie dies Askenasy speciell von der Kirsche nachwies. Der Zeitpunkt des beginnenden beschleunigten Wachsthums im Frühjahr läßt sich nicht genau bestimmen, und so beginnt H. Hoffmann die Rechnung mit dem 1. Januar, Ziegler aber zählt von der ersten Blüte eines Jahres bis zu derselben Phase im nächsten Jahre. Was die Temperaturgrenze betrifft, so wird wohl mit Recht angenommen, daß die Weiterentwickelung der Knospen ꝛc. erst bei einem für jede Pflanze (und für jede Phase) verschiedenen Wärmegrade beginnt. Die Temperaturen unter diesem Punkte sollen nicht in Rechnung kommen.

§. 318. v. Oettingen sucht diese untere Grenze („Schwelle") durch Rechnung zu finden, indem er die Temperatursummen für die verschiedenen Grade berechnet und denjenigen als Schwelle betrachtet, welcher in verschiedenen Jahren die geringsten Abweichungen ergiebt. Staub erhielt nach dieser Methode keine befriedigenden Resultate für die Schwellen, welche jedenfalls sicher nur auf dem von Askenasy vorgeschlagenen experimentellen Wege ermittelt werden können. Wenn Sachs und Askenasy der Methode der Wärmesummen die wissenschaftliche Berechtigung absprechen, so ist dem trotz der Unsicherheit der bisherigen Ergebnisse nicht zuzustimmen. So verschieden auch die vorgeschlagenen Berechnungsweisen sind, so stimmen doch die auf dieselbe Art erhaltenen Werthe hinreichend überein, um eine Annäherung an gesetzliche Beziehungen unverkennbar zu machen. Eine Andeutung über die Ursachen bedeutender Abweichungen an demselben Beobachtungsorte giebt Staub, welcher abnorm hohe Wärmesummen in solchen Jahren fand, in denen nach Beginn der Vegetationsperiode ein starkes Fallen der Temperatur, besonders unter 0°, vorgekommen war; die Ausgleichung dieser Störungen scheint mehr Wärme zu beanspruchen als eine ununterbrochene Entwickelung. Eine gewisse Abhängigkeit der Höhe der Wärmesummen von der geographischen Lage geht, wie Alph. De Candolle konstatirte, aus den Angaben Linsser's hervor. Im Seeklima Westeuropas sind die Wärmesummen höher als im kontinentalen Osteuropa; im Westen ist auch eine Zunahme nach Süden unverkennbar, während im Osten eine solche nicht nachweisbar ist.

Von besonderem wissenschaftlichen Interesse sind die Minima der Wärmesummen, welche an einem Orte zur Beobachtung kommen. Ziegler betrachtet sie als die wahren thermischen Konstanten und Alph. De Candolle hat bereits vor Decennien die Beziehungen der Polargrenzen einer Anzahl von Pflanzen in Europa zu den dort zu beobachtenden Temperatursummen erörtert.

In nahem Zusammenhang mit der Frage der Wärmesummen steht diejenige nach dem zeitlichen Eintreten der verschiedenen Entwickelungsphasen der Gewächse, welches in der Hauptsache von der Temperatur beeinflußt wird. Die phaenologischen[1]) Beobachtungen, welche das Eintreten dieser Phasen registriren, sind daher für die Konstatirung der Beziehungen zwischen Klima und Pflanzenleben von höchster Wichtigkeit; neuerdings haben in Deutschland namentlich Fritsch und H. Hoffmann, in Ungarn Staub sich um die Organisation und theoretische Verwerthung derselben Verdienste erworben. Hoffmann hat neuerdings, entsprechend den Isothermen ꝛc., die Ergebnisse dieser Beobachtungen auf einer phaenologischen Karte von Mittel-Europa durch Zonen des gleichzeitigen Eintretens derselben Phasen graphisch dargestellt. Natürlich ist diese Erscheinung ebenso wie die Temperatur neben der geographischen Lage auch von der Meereshöhe abhängig. Dabei ist (abgesehn von der von Magnus und Caspary erörterten Wirkung der Wärmequellen großer Städte) auch zu beachten, daß sich nicht nur nicht dieselben Phasen verschiedener Gewächse, sondern auch die verschiedenen Phasen derselben Pflanze keineswegs immer bei zu- oder abnehmender Wärme einander entsprechend verschieben. Abnehmende Temperatur verkürzt, zunehmende verlängert die Dauer der Vegetationsperiode; hierdurch erklärt es sich, daß bei den Holzgewächsen, welche vor Entfaltung der Blätter blühen, in hohen Breiten sich diese beiden Phasen weit näher zusammenschieben, ja z. B. in der oberen montanen Region an *Daphne mezereum* L. sich Blätter und Blüten gleichzeitig entfalten. Umgekehrt verlängert sich die Periode der Belaubung unserer Holzgewächse, je weiter man nach Süden fortschreitet, so daß Verfasser z. B. beim Aprikosenbaum, der bei uns nahezu 5 Monate entlaubt dasteht, diese Ruheperiode in Egypten auf ungefähr ebenso viel Wochen beschränkt fand. Die Annahme liegt nahe, daß die Unterdrückung dieser Ruheperiode, sei es durch zu hohe Temperatur, sei es durch zu geringe Variation derselben, es ist, welche unsere sommergrünen Holzgewächse von dem Gedeihen innerhalb der Tropen ausschließt; hierfür spricht die Beobachtung, daß unsere Obstbäume dort jahraus, jahrein belaubt bleiben, aber nicht zur Blüte gelangen. Ebenso kommen auch

1) Von φαίνω erscheinen und λόγος Lehre.

unsere Getreidearten im eigentlichen Tropenklima trotz üppiger Blattentwickelung nicht zur Blüte. Ganz ähnlich ist auch das Ergebniß der Versuche, welche H. Hoffmann über „künstliche Sempervirenz“ veröffentlichte. Die Weinrebe konnte ihr Leben bei beständigem Reiz der Warmhaustemperatur sogar nicht einmal in dieser abgeschwächten Weise erhalten. §. 318.

Außer den phaenologischen Erscheinungen und den Wärmesummen kommt aber auch, wie namentlich Grisebach betont, die Dauer der Vegetationsperiode in Betracht. Dieser Forscher weist aus den Polargrenzen der wichtigsten Holzgewächse der Alten Welt in Europa und Nordasien (vergl. Karte Fig. 663.) nach, daß im allgemeinen für baumartige Gewächse die Vegetationszeit nicht unter 3 Monate herabsinken darf und bei den laubwechselnden die Belaubung erst bei einer Temperatur von 10° beginnt. Nur bei den genügsamsten, der Birke und der Lärche (erstere bildet in Europa, letztere in Asien die Grenze der Wälder gegen das baumlose arktische Gebiet) sinkt diese Temperatur auf 7,5° und bei der Lärche (die auch in den Alpen die Baumgrenze bildet, vergl. S. 757, §. 313.) kann sich die Vegetationsperiode bis auf 10 Wochen verkürzen (nach Middendorff im Taimyr-Lande, 72°, wo sie allerdings zu einem Zwergbaum verkümmert). Die Dauer der Vegetationsperiode hat nun bei verschiedenen Bäumen sehr ungleichen Spielraum: bei der Kiefer kann sie 3—8 Monate betragen (die aber in Lappland und Westfrankreich dieselbe Mitteltemperatur [16,25°] haben), bei der Lärche 2,5—7 Monate; die Buche dagegen kann ihre Vegetationsperiode nicht unter 5 Monate verkürzen und hierdurch erklärt Grisebach ihre das Seeklima Westeuropas am besten abschließende größtentheils nach Nord-Ost gerichtete Polargrenze, nicht durch die in derselben Richtung zunehmende Winterkälte, welche in Gothenburg innerhalb der Grenze größer ist als in den schottischen Hochlanden außerhalb. Bei der Buche ist die Temperatur zur Zeit der Entlaubung nicht viel geringer (7,5°) als zur Zeit der Belaubung, während die Stiel-Eiche (*Quercus pedunculata* Ehrh.), welche sich erst bei einer Temperatur von 11,25—12,5°, mithin später als die Buche belaubt, bei gleicher Dauer der Belaubungszeit sich an ihrer Polargrenze erst bei einer Temperatur von 2,5° (die Lärche sogar erst bei 0°) entlaubt. Diese Genügsamkeit gegen Ende der Belaubungszeit erklärt es, daß die Polargrenze der Eiche im ganzen mehr einen ostwestlichen Verlauf hat, am Ural (den dieser Baum nicht überschreitet) bei steilerer Temperaturkurve diese geringe Temperatur nur wenige Grade südlicher (58°) erreicht wird, als dieser Baum an die Westküste von Norwegen (63°) vordringt. Zugleich erklärt sich aber sowohl durch die spätere Belaubung der Eiche, als die erwähnte lange Dauer derselben im kühleren Spätherbst, daß sie im Gebirge, wo die Temperatur im Frühjahre langsamer steigt und im Herbste rascher sinkt, dieselbe hinter der Buche weit zurückbleibt (S. 745, §. 310.), während die Polargrenzen sich umgekehrt verhalten. Die Grenze der Kastanie verläuft im ganzen der der Buche parallel, da diese eine noch längere Vegetationszeit beansprucht. Bei der Edeltanne, welche in Westeuropa, wo sie ausschließlich die Gebirge bewohnt, eine Nordwest-Grenze, in Deutschland im ganzen eine Nordgrenze (in der Oberlausitz und Polen bis 51° bezw. 52°), in Osteuropa aber eine Nordost- und Ost-Grenze zeigt (an die sich unmittelbar die Nord-Grenze der sehr nahe verwandten kaukasischen *Abies Nordmanniana* (Stev.) Spach anschließt), ist Grisebach der Meinung, daß die Nordwest-Grenze von der in dieser Richtung zunehmenden, die Nord- und Nordost-Grenze aber von der abnehmenden Dauer der Vegetationszeit herrühren, da bei diesem gegen Frühjahrsfröste sehr empfindlichen Baume die Vegetationszeit in die engsten Grenzen eingeschlossen sei. Sonst rühren die Nordwest-Vegetationslinien, die namentlich in Mitteleuropa sehr ausgesprochen sind, wo eine große Anzahl dem Kontinentalklima angepaßter Arten, deren Ursprung auf das Steppengebiet hinweist (vergl. S. 739, §. 307.), vor der Linie Danzig-Berlin-Erfurt (Juliwärme 17—18,75°) Halt machen, meist von der abnehmenden Sommerwärme her, wogegen umgekehrt die Südost-Grenzen bald in der abnehmenden Vegetationszeit und zunehmenden Winterkälte, bald in der abnehmenden Feuchtigkeit bedingt sein mögen. Das letztere dürfte bei der „atlantischen Gruppe“ der Fall sein, welche sich überhaupt nicht weit von der Nordwest-Küste Europas entfernt, wie

Genista anglica L., *Erica cinerea* L. (vergl. S. 743, §. 309.); ersteres ist wahrscheinlich für diejenigen Arten, welche in südlicheren Breiten im Mittelmeergebiet sich weit nach Osten verbreiten, wofür der Hülsen (Stechpalme, *Ilex aquifolium* L.) das beste Beispiel liefert, der in Nordwest-Europa, in Süd-Norwegen (62°) und an der Ostsee bis Rügen und zur Greifswalder Oye die atlantische Gruppe begleitet, dann aber durch die Alpen und die Gebirge des Mittelmeergebiets bis Nord-Persien vordringt.

Die größte Schwierigkeit für die Erklärung bieten die reinen Nord- und Süd-Grenzen, da hier kein anderer klimatischer Faktor gleich bleibt als die Insolationsmaxima und die Tageslänge. Derartige Grenzen begegnen uns außer der Eiche (deren wahrscheinliche Erklärung eine ganz andere ist, s. oben) hauptsächlich bei den Wintergetreidearten (Roggen und Weizen), deren Polargrenze, ziemlich mit der der Eiche zusammenfallend, nur noch genauer dem 60. Grade entspricht. Schübeler namentlich hat angenommen, daß die längere Dauer der Tageshelle im Hochsommer in hohen Breiten die abnehmende Wärme kompensiren könne. Daß dies nur in gewissem Maße der Fall ist, beweist Grisebach durch das schlagende Beispiel der Getreidekultur am Söesjord in Norwegen (60°), wo am Meere die Gerste in $2\frac{1}{2}$ Monat, in 390 m Höhe aber (bei derselben Tageslänge) erst in fast 4 Monaten reift. Grisebach führt die im Norden vielfach beobachteten größeren Dimensionen der Laubblätter auf die Lichtwirkung zurück. Auch in etwas südlicheren Breiten hat übrigens Grisebach derartige reine Nord-Grenzen konstatirt, z. B. *Clematis vitalba* L., *Andropogon ischaemon* L. in West- und Osteuropa (51—53°), denen eine geringe Anzahl von Süd-Grenzen, von nordischen Arten, denen eine zu hohe Insolation die Grenze setzt, entgegenstehen. Die Polargrenze des Weinbaus, obwohl ähnlich verlaufend als die der Tanne, ist doch auf andere Ursachen zurückzuführen, indem in Westeuropa die abnehmende Sommerwärme dem Reifen der Trauben ein Ziel setzt, während in Osteuropa die zunehmende Winterkälte das Leben der Pflanze selbst bedroht.

Das Mitgetheilte wird hinreichen um zu zeigen, wie komplicirt das Problem ist, die Pflanzengrenzen, auch wenn wir annehmen können, daß sie wahren Vegetationslinien entsprechen, auf ihre klimatischen Ursachen zurückzuführen. Während in den Fällen der Tanne und der Rebe das Umsetzen der Vegetationslinie auf verschiedene klimatische Faktoren zurückzuführen ist, entspricht es bei der Stechpalme dem Auftreten derselben klimatischen Bedingung, die in nordwestlicher Richtung durch das Seeklima in südlicher Richtung durch das wärmere Klima Südeuropas geboten wird. Diese Grenze fällt größtentheils mit der Isochimene von 0° zusammen!

2) Feuchtigkeit.

§. 319. Unter dieser Ueberschrift pflegt man der Kürze halber sowohl den Dampfgehalt der Luft als die atmosphärischen Niederschläge zu besprechen, welche letzteren unter den klimatischen Faktoren für die Vegetation mit der Wärme von der höchsten Bedeutung sind, obwohl wir in der Meteorologie unter „Luftfeuchtigkeit" nur den Gehalt der Atmosphäre an Wassergas verstehen. Es liegt auf der Hand, daß auch der Dampfgehalt auf die Pflanzenwelt nicht nur indirekt einwirkt, insofern aus feuchter Luft häufigere und reichlichere Niederschläge erfolgen, als aus trockenerer, sondern auch direkt, durch den Einfluß auf die Verdunstung, die sich anders gestalten muß in einer dürren Wüste als in der mit Dampf gesättigten Atmosphäre eines tropischen Urwaldes. Indeß ist hohe Luftfeuchtigkeit zu selten von reichlichen Niederschlägen (und ebenso das entgegengesetzte Verhalten) räumlich oder zeitlich getrennt vorhanden, als daß wir hier die Einwirkungen getrennt betrachten könnten.

Die Vertheilung der Niederschläge ist ebenso wie die der Wärme von der jährlichen Veränderung der Sonnenhöhe und von der Vertheilung von Meer und Festland abhängig; aber während die Wärme kontinuirlich von der Tropenzone nach den Polen abnimmt, ist das Verhältniß der Niederschlagshöhe ein viel komplicirteres. In der jedesmaligen Zone des Wärmemaximums erfolgen während und nach dem Zenithstande der Sonne unter heftigen elektrischen Entladungen

reichliche Niederschläge (Zenithregen), die also in der Aequatorialzone zweimal im Jahre erfolgen, während in der Nähe der Wendekreise die beiden Zenithregenzeiten zusammenfließen. Durch die Aspiration des in dieser Zone des Wärmemaximums aufsteigenden Luftstromes werden nun nördlich und südlich derselben regelmäßige klimatische Winde, die Passatwinde, hervorgerufen, welche in der westlichen Hemisphäre und auf den Oceanen der östlichen als Nordost- resp. Südostwinde herrschen, während in Südasien und Australien durch die Erhitzung der großen Landmassen im Sommer der Passat der anderen Hemisphäre als Südwest- resp. Nordwest-Monsun über den Aequator hinübergelenkt wird. Die Passate und Monsune bringen nun Niederschläge, wo sie über einer weiten Meeresfläche mit Wassergas gesättigt, an eine hohe, deshalb kühle Gebirgskette anprallen (Elevationsregen). Unter diesen Umständen kann die jährliche Niederschlagshöhe, wie in den Chasia-Bergen Nordindiens auf etwa 14 m (525″) steigen. Hierdurch erklärt sich auf den Antillen und Hawai-(Sandwichs-)Inseln der Unterschied zwischen der immergrünen Vegetation der dem Passat exponirten nordöstlichen Seite und der dürren Leeseite. Wo dieselben Winde über weite Strecken der Kontinente wehen, veranlassen sie in beiden subtropischen Zonen regenarme, stellenweise, wie in der großen nordafrikanischen Wüste, fast regenlose Gebiete. Auch die Regenarmuth des Sommers im Mittelmeergebiete wird durch die dann herrschenden Passatwinde (Etesien der Alten) verursacht. In den gemäßigten Zonen haben wir statt dieser regelmäßigen Erscheinungen den fortdauernden Kampf der in den Tropen aufgestiegenen, hier herabsinkenden Luftströmung (rückkehrender Passat, Aequatorialstrom), die in der nördlichen Hemisphäre natürlich als südwestliche auftritt, und den aus Nordost kommenden Polarstrom; ersterer als wärmerer, sich in höheren Breiten abkühlender Wind ist in der Regel der regenbringende. Besonders ist dies natürlich da der Fall, wo er über weite Meeresflächen kommt, also an den Westküsten von Europa und Nordamerika, wo wir, wie das entwickelte Seeklima, so auch bedeutende Niederschlagshöhen finden (Coimbra 3010 mm (111″) [aber Lissabon nur 677 mm (25″)], Cumberland-Seen (West-England) 2900 m.m (107″), Bergen 1835 mm (68″), Sitcha 2209 mm (79″); in Tolmezzo hat die große Regenhöhe von 2436 (90″) ähnliche Ursachen wie auf den Chasia-Bergen, da auch in der gemäßigten Zone die Einwirkung der Gebirge und selbst einzelner Berge (Basaltkegel in Böhmen!) zu bemerken ist, welche an der dem herrschenden Regenwinde exponirten Seite gesteigerte Niederschläge, im „Windschatten" aber ein regenarmes Gebiet veranlassen. Ebenso erklärt sich die allgemeine Abnahme der Niederschläge im Innern der Kontinente (Göttingen 704 mm (26″), Barnaul (West-Sibirien) 190 mm (7″), namentlich auch in Nordamerika, wo zwischen dem Felsengebirge und der kalifornischen Küstenkette ein fast regenloses Gebiet sich findet. Bei dem regenlosen Gebiete an der Küste von Peru und Nord-Chile kombinirt sich die den regenbringenden Passat absperrende Wirkung der Andeskette mit der der kalten Humboldtströmung, welche an der Küste eine ergiebige Dampfbildung aus dem Meere verhindert. In diesen regenlosen Gebieten ist die Vegetation einzig auf die spärlichen Nebel (in Peru die winterlichen *garuas*) und den Thau angewiesen. Im Seeklima, sowie in den mittleren Gebirgsregionen spielen Nebel überhaupt unter den Niederschlägen eine nicht unbeträchtliche Rolle.

§. 319.

Außer der Höhe der Niederschläge ist übrigens auch die Vertheilung derselben über die Jahreszeiten von Wichtigkeit. Die „Smaragd-Insel" Irland verdankt ihren ewig grünen Rasen ebenso der Häufigkeit der Niederschläge als der milden Temperatur, während in den Tropen bei viel größerer Regenmenge in der trockenen Jahreszeit die Landschaft völlig versengt und entlaubt dasteht. Im Steppengebiet von Südrußland fallen die meisten Niederschläge zu Zeiten (Hochsommer und Winter), in denen sie der Vegetation nicht zu gute kommen.

Die Einwirkung der klimatischen Bedingungen auf die Pflanzenwelt suchten die früheren Pflanzengeographen durch die Aufstellung der Zonen zu charakterisiren, die allerdings schon wegen der Krümmung der Isothermen nicht mit den rein astronomisch begrenzten geographischen zusammenfallen können. Indes können diese Zonen, auch wenn die Zahl derselben durch Einführung einer äquatorialen, sub-

§. 319. tropischen, subarktischen ꝛc. vermehrt wird, kein naturgemäßes Bild der klimatischen Bedingungen geben, weil dabei höchstens die Abstufungen der Wärme, nicht aber die der Feuchtigkeit zum Ausdruck gelangen. Ein solches ergiebt sich dagegen, wenn man Wärme und Feuchtigkeit bei dieser klimatologischen Eintheilung berücksichtigt, der natürlich eine physiologische der für diese Regionen angepaßten Pflanzen entspricht. Eine solche ist zuerst von Alph. De Candolle versucht worden, welche wir mit einigen Modifikationen auf der Karte Fig. 664 darzustellen versucht haben. Dieser Forscher paßte seine Benennungen den Pflanzen (auch mit Rücksicht auf ihr paläontologisches Auftreten) an, auf deren bevorzugte Wohngebiete sie ohne weiteres übertragen werden können. Er unterscheidet:

1) **Hydromegathermen**[1], Pflanzen, welche zu ihrem Gedeihen hohe Wärme (Jahrestemperatur 20° und mehr) und viel Feuchtigkeit bedürfen, welche Bedingungen sich in einem großen Theile des tropischen Amerika (an der Ostküste Brasiliens, regio Dryadum v. Martius noch über den südlichen Wendekreis hinaus), in der Aequatorialzone von Afrika, an den Küsten von Südasien, namentlich aber in Hinterindien und am Fuße des Himalaya, in Nordostaustralien und auf dem indischen und polynesischen Archipel vorfinden. In diesem Gebiete entfaltet sich die volle Ueppigkeit tropischer Vegetation; es ist in seinem ursprünglichen Zustande größtentheils mit Wald bedeckt, unter dessen Bestandtheilen immergrüne Gewächse mit glänzenden, großen Blättern (Lorbeerform) überwiegen. Die tropischen Wälder werden von zahlreichen Schlinggewächsen (Lianen) und von Epiphyten bewohnt, unter welchen letzteren Farne, Orchideen, Araceen, Piperaceen besonders zahlreich sind. Unter den größeren Familien erreichen hier außer den genannten besonders Palmen, Scitamineen, Anonaceen, Lauraceen, Malpighiaceen, Melastomaceen, Acanthaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen und Rubiaceen ihre größte Häufigkeit. Unter den Kulturpflanzen gehören vorzugsweise oder ausschließlich diesem Gebiete an: Yams, Bataten, Manioc, Cocos-, Oel- und Sagopalme, Zuckerrohr, Reis, *Sorghum*, *Penicillaria*, *Eleusine coracāna*, Brotbaum, Kaffee und Cacao, Sesam, Erdnuß (*Arachis*[1]), Banane, Ingwer, Indigo, Baumwolle, Jute, Gewürznelken, Muskatnuß, Zimmet.

2) **Xerophyten**[2], Pflanzen der regenarmen bezw. der regenlosen Gebiete. (De Candolle beschränkt diese Region allerdings auf die tropische und subtropische Zone; bei der großen physiologischen und organologischen Uebereinstimmung auch der die dürren Regionen der gemäßigten Zonen bewohnenden Gewächse schien es indes naturgemäßer, alle trockenen Gebiete der Erde hier zusammenzufassen.) In diesem Umfange umfaßt das Gebiet das Prairiegebiet Nordamerikas und den größten Theil des mexikanischen, die Llanos von Venezuela, das peruanisch-chilenische regenlose Gebiet, die regenarmen Strecken der Campos im inneren Brasilien (regio Oreadum v. Martius) und das Pampasgebiet, die großen Wüsten- und Steppengebiete von Nord- und Südafrika, die Steppen und Wüsten Südost-Europas, Vorder- und Innerasiens, die trockenen Gebiete Indiens und den größten Theil Australiens. Alle diese Gebiete sind baumarm und besitzen dichte Wälder nur in Flußthälern und auf Gebirgen, die dann je nach der Temperatur den Typus von 1), 3) oder 4) tragen. Die Bäume des eigentlichen Xerophyten-Gebietes entlauben sich meist in der trockenen Jahresperiode. Die Holz- und auch manche Krautgewächse neigen zur Dornbildung, die Assimilationsorgane zur Succulenz. Auch Drüsenbildung und anderweitige Ausscheidung aromatischer Bestandtheile ist häufig, ebenso dichte Haarbekleidung, starre Blätter oder binsenähnliche, blattarme Stengel, Zwiebel- und Knollenbildung. Unter den Lianen sind die Cucurbitaceen und unter den Epiphyten die Loranthaceen für dies Gebiet charakteristisch, sowie in Amerika

1) Ὑδώρ Wasser, μέγας groß, θερμός warm. Sollte man mit De Candolle dies Wort zu lang finden, so wäre es wohl zweckmäßiger dasselbe in Hydrothermen als in Megathermen zu verkürzen. 2) ξηρός trocken und φυτόν Gewächs. (De Candolle nennt sie Xerophilen [von ξηρός und φίλος befreundet], welcher auch bei der Erklärung der Karte angewendete Ausdruck in das schon von Thurmann [vergl. S. 726, §. 298.] für Pflanzen des trockenen Bodens gebraucht wurde, während es sich hier um einem trockenen Klima angepaßte Gewächse handelt.

die Bromeliaceen (die übrigens auch in 1) vertreten sind). Die hauptsächlich aus Gramineen bestehenden Formationen der Steppen und Savannen sind für dieses Gebiet charakteristisch. Als systematisch-physiognomische Gruppe, die fast allen Xerophyten-Gebieten gemeinsam sind, wären die baumartigen Lilien (in Amerika *Yucca*, *Agavĕae*, *Vellosiĕae*, in Afrika *Alŏë*, in Australien *Kingĭa* und *Xanthorrhoëa*) zu nennen, sowie *Zygophyllacĕae*, *Portulacacĕae*, *Aïzoacĕae* und *Chenopodiacĕae*, welche letztere den in diesen Gebieten wegen des mangelnden Abflusses der Gewässer so häufigen Salzboden bewohnen. In Amerika sind die Cacteen allgemein verbreitet. Von den Kulturpflanzen gilt dasselbe wie von den Wäldern, doch findet z. B. die Dattelpalme nur im afrikanisch-asiatischen Wüstengebiete (région du dattier Boissier) ihr volles Gedeihen, der man in Amerika kaum die Magueypflanze (*Agave*) zur Seite stellen kann. §. 319.

3) **Mesothermen**[1], bewohnen die (ziemlich beschränkten) Gebiete der wärmeren gemäßigten und subtropischen Zonen (Jahreswärme 15—20°), in denen bei ansehnlicher Sommerwärme milde Winter herrschen, in welchen der Vegetationsprozeß zahlreicher Arten fortdauert oder selbst vorzugsweise vor sich geht, sowie wenigstens in einem Theile des Jahres ausgiebige Niederschläge, welche meistens (Mittelmeergebiet, Californien, Nord-Chile, Kapland, außertropisches Australien) im Winter, seltener (südöstliche Vereinigte Staaten, China, Japan) vorzugsweise im Sommer fallen. Die Physiognomie der Mesothermen-Gebiete ist je nach der Reichlichkeit der Niederschläge und den Temperatur-Verhältnissen verschieden, und erinnert namentlich in den Gebieten der Süd-Hemisphäre in der trockenen Jahreszeit an 2), wogegen sie in den Einzel-Gebieten, welche reichlichen Sommerregen haben, an die Ueppigkeit von 1) angrenzt. Die Wälder, welche besonders in diesen beiden, dem chinesisch-japanischen und im Gebiet der amerikanischen Südstaaten sehr verbreitet sind, bestehen aus immergrünen und sommergrünen Laubhölzern, sowie in der Nord-Hemisphäre auch die Coniferen reich vertreten sind. Besonders charakteristisch für diese Gebiete sind auch jene ausgedehnten Formationen meist immergrüner, in den trockenen Klimaten oft dorniger Sträucher, die im europäischen Mittelmeergebiet unter dem Namen Maquis (*macchie*) bekannt sind. Die tropischen Lianen und Epiphyten treten zurück. Von bekannteren Gruppen erreichen hier ihr Maximum: Liliaceen, Amaryllidaceen, Iridaceen, Restiaceen (südliche Hemisphäre), Erd-Orchideen, Sileneen, Magnoliaceen, Berberidaceen, Papaveraceen, Fumariaceen, Resedaceen (fast nur in der Alten Welt), Cistaceen, Geraniaceen, Oxalidaceen, Rutaceen (meist südliche Hemisphäre), Pittosporaceen, Rhamnaceen, Thymelaeaceen (besonders südliche Hemisphäre), Proteaceen (nur südliche Hemisphäre), Ericaceen, Epacridaceen (fast nur Australien), Labiaten, Selaginaceen (fast nur südliche Hemisphäre), Campanulaceen und Lobeliaceen (besonders südliche Hemisphäre). Die Kulturpflanzen sind in den kühleren Bezirken die von 4), in den wärmeren die von 1), von denen namentlich Reis, Baumwolle, Zuckerrohr in dies Gebiet übergehen, fast ausschließlich sind demselben Oelbaum und Thee, vorzugsweise Kastanie, Orange, Citrone, Mais, Weinstock und Tabak angehörig.

4) **Mikrothermen**[2], Pflanzen, welche eine mäßige Sommerwärme, eine winterliche Unterbrechung der Vegetation (Jahreswärme 0—15°) und ausgiebige Niederschläge in allen Jahreszeiten erfordern, Bedingungen, die auf der südlichen Hemisphäre nur in dem „antarktischen Waldgebiet" in Südamerika (dessen nördlicher Theil übrigens mehr den mesothermen Charakter trägt), nebst den benachbarten Inselgruppen sowie auf Kerguelen und den benachbarten Inseln, auf der nördlichen aber in der Nordhälfte Nordamerikas, Mittel- und Nordeuropa und Nordasien bis zur nördlichen Waldgrenze geboten sind. Alle diese Länderstrecken sind ursprünglich überwiegend mit aus Coniferen oder sommergrünen Laubhölzern gebildetem Walde bedeckt gewesen, der nur durch die Kultur vielfach vernichtet oder wenigstens eingeschränkt wurde. Die Wälder werden nicht selten von einer einzelnen Art ausschließlich gebildet, was in den wärmeren Erdstrichen, wo die Holzgewächse über-

1) Μέσος der mittlere und θερμός warm. 2) μικρός klein und θερμός warm.

§. 319. haupt viel artenreicher sind, nur ausnahmsweise vorkommt. Lianen sind weit seltener als in wärmeren Klimaten. Dagegen ist die Formation grasreicher Wiesen für dies Gebiet besonders charakteristisch. Von wichtigeren Gruppen gehören ihm vorzugsweise an: Alsineen, Ranunculaceen, Cruciferen, Saxifragaceen (Trib. *Saxifragĕae* und *Ribesicae*) und Primulaceen. Von Kulturpflanzen sind allgemein verbreitet, obwohl nur zum geringeren Theile im Gebiete einheimisch, unsere „europäischen" Getreidearten, Hülsenfrüchte und Obstbäume, Kartoffeln, rothe und weiße Rüben, Kohl, Senf, Raps, Rübsen, Flachs, Hanf, Klee, Luzerne; in den wärmeren Strecken auch Mais, Weinstock, Tabak.

5) **Hekistothermen**[1], Pflanzen, welche sich mit der geringen Wärmemenge begnügen, die der kurze Sommer innerhalb des arktischen Gebietes (Jahrestemperatur unter 0°) in Nordamerika, dem nordöstlichsten Europa (incl. Spitzbergen und Franz-Josephs-Land) und Nordasien während weniger Monate oder selbst Wochen bietet, die den Rest des Jahres aber unter Schnee und Eis begraben liegen. In der antarktischen Zone scheinen die Länder, welche in der Breite dem arktischen Gebiete entsprechen, völlig vegetationslos zu sein. Dagegen stimmt die Vegetation der Hochgebirge des Mikrothermen-Gebietes, oberhalb der Baumgrenze (§§. 314 und 315, S. 760 ff.), in zahlreichen Arten und im allgemeinen Aussehen der Vegetation mit dem arktischen Gebiete überein, eine Aehnlichkeit, die in den Hochgebirgen der Mesothermen-Gebiete schon sehr zurücktritt und in der Tropenzone kaum angedeutet ist, wo die flache Temperaturkurve und die Trockenheit des dortigen Hochgebirgs-Klimas andere Bedingungen für die Vegetation schaffen. Das arktische Gebiet entbehrt des Baumwuchses und der Pflanzenkultur; die Gewächse, sowohl krautartige (unter denen die einjährigen sehr selten) als Sträucher, erheben sich selten 1 m, meist nur einige Centimeter über den Boden; unter den letzteren sind einige Ericaceen mit zahlreichen, dicht gedrängten Blättern und das in der Tracht sehr ähnliche *Empĕtrum nigrum* L. besonders charakteristisch. Die Familie der Cyperaceen ist verhältnißmäßig stark vertreten. Grasreiche Wiesen und krautbewachsene Matten nehmen weit weniger Raum ein als kahler Fels und namentlich jene meist versumpften, mit Moosen und Flechten (*Cladonia*) dicht bedeckten Flächen, die unter dem Namen Tundra bekannt sind.

Die Grenzen dieser klimatischen Gebiete sind allerdings, wie pflanzengeographische Grenzen überhaupt, nur da scharf, wo großartige Terrainabschnitte, wie die gewaltigen Gebirgsmauern der Alpen, des Himalaya ꝛc. die Grenzscheide bilden oder so auffällig verschiedene Pflanzenformationen wie Wald und Steppe oder Wald und Tundra, oder die Wälder und Maquis des Mittelmeer-Gebietes und die Sahara sich unmittelbar berühren. Dagegen geht der mikrotherme Wald des Amurgebietes allmählich in den mesothermen Chinas und letzterer ebenso allmählich in den hydromegathermen Hinterindiens über. Namentlich aber durchkreuzen und mischen sich die Formationen des regenärmeren hydromegathermen Gebietes mit denen der Xerophytenregion oft so vielfach, daß eine genaue graphische Darstellung dieser Verhältnisse in Mexiko, im Sudan, in Ostindien mitunter nur im Maßstabe einer topographischen Karte möglich wäre. Es ist nicht ohne Interesse, diese Eintheilung mit der eines Forschers zu vergleichen, welcher die anatomischen Anpassungen der Gewächse an die klimatischen Bedingungen zum Ausgangspunkte seiner Betrachtung gemacht hat. In der That kehren die Hydromegathermen, Mesothermen und Mikrothermen auch bei Tschirch unter dem Namen tropische Zone, Mediterranzone und nördliche Waldgebiete wieder; dagegen theilt er das Xerophytengebiet, in dem sich diese Anpassungen, namentlich die Schutzvorrichtungen gegen übermäßige Verdunstung, am mannichfaltigsten gestalten, in vier Regionen ein: Sudan (worunter er das oben charakterisirte Grenz- und Mischgebiet der Hydromegathermen und Xerophyten versteht, Steppenzone (Xerophyten innerhalb der gemäßigten Zone, wo die Vegetationszeit außer durch die Sommerdürre auch durch die Winterkälte beschränkt wird), Australien (Wechsel von andauernder Dürre mit unregelmäßigen, öfter Jahre lang ausbleibenden, rasch vorübergehenden, aber reichlichen Regen, umfaßt außer dem

1) Ἥκιστα am wenigsten, θερμός warm.

Inneren Neuhollands auch die Kalahari und die Wüste Atacama in Südamerika) und Wüste. Eine genaue geographische Abgrenzung dieser sieben „Zonen" würde sich wohl schwer durchführen lassen. Es muß auch bemerkt werden, daß wenn die Uebereinstimmung zwischen Klima und anatomischer Ausrüstung auch als Regel zu betrachten ist, dennoch Ausnahmen nicht allzu selten vorkommen, die sich wie auch Areschoug hervorhebt, durch die geologisch-historischen Beziehungen erklären, indem ein in früheren Epochen ganz anderen Bedingungen angepaßtes Gewächs nach Umgestaltung derselben dennoch fortlebt. So ist der Oleander im Mittelmeergebiet nicht minder als durch seine systematische Verwandtschaft auch durch seinen anatomischen Bau ein Fremdling, indem die in mit Haaren ausgekleideten Krügen liegenden Spaltöffnungen, die sich bei australischen Proteaceen wiederfinden, von Tschirch selbst „mehr als Ausnahme denn als Typus" betrachtet werden.

Literatur. Allgemeines: Alph. De Candolle, Géographie botanique raisonnée. pag. 3—68. — J. G. Baker, Elementary lessons in botonical geography. London 1875. — H. W. Dove, Temperaturtafeln. Berlin 1848. — Derselbe, Die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde. Berlin 1852. — Derselbe, Die Monats- und Jahres-Isothermen in der Polarprojektion. Berlin 1864. — E. Askenasy, Ueber die Temperatur, welche die Pflanzen im Sonnenlichte annehmen. Botan. Zeit. Leipzig 1875. Sp. 441 ff. — Temperatursummen: Boussingault, Compte rendu acad. sciences. Paris 1837 I. und Economie rurale. Paris 1844. — Linsser, Ueber die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens. Mém. de l'acad. de St. Pétersb. T. XI, 1868. T. XIII, 1870. — Alph. De Candolle, Sur la méthode des sommes de température appliquée aux phénomènes de la végétation. Bibl. univ. (Arch. des sc. nat. et phys.). Nouv. pér. LIII. Genf 1875. — H. Hoffmann u. a., Ueber thermische Vegetations-Constanten (Abhandl. der Senckenb.-Ges. 1872). Frankfurt a. M. 1873. S. 379 ff. — Derselbe, Ueber thermische Constanten und Accommodation. Verh. der zool.-bot. Ges. Wien 1875. S. 564 ff. — Derselbe, Zur Lehre von den thermischen Constanten der Vegetation. Botan. Ztg. Leipzig 1880. Sp. 465 ff. — J. Ziegler, Beitrag zur Frage der thermischen Vegetationsconstanten. Jahresber. Senckenb. Ges. 1873/74. Frankfurt 1875. S. 115 ff. — Derselbe, Ueber thermische Vegetationsconstanten; a. a. O. 1878/79. S. 103 ff. — E. Askenasy, Ueber die jährliche Periode der Knospen. Botan. Zeit. Leipzig 1877. Sp. 793 ff. — J. v. Oettingen, Phänologie der Dorpater Lignosen. Archiv für Naturk. Liv.-, Esth.- u. Kurl. Dorpat 1879. 2. Ser. Bd. VIII, S. 241 ff. — M. Staub, Beitrag zur Lehre von den constanten Wärmesummen. Engler's Jahrb. 1882. S. 431 ff. — Phänologie: C. Fritsch u. a., Vergleichung der Blütezeit der Pflanzen von Nordamerika und Europa. Sitzber. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LXIII. 2. 1871. S. 179 ff. — H. Hoffmann u. a., Vergleichende phänologische Karte von Mitteleuropa. Petermann's Mitth. Gotha 1881. S. 19 ff. Taf. 2. — Derselbe, Phänologische Beobachtungen in Mitteleuropa. XXII. Ber. der oberhess. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde. Gießen 1882. — P. Magnus, Kurze Bemerkung zu Herrn Poselger's Blütenkalender für Berlin. Monatsschr. d. Ver. z. Bef. d. Gartenb. Berlin 1881. S. 271 ff. — R. Caspary, Ueber die Zeiten des Auftretens der ersten Blüten in Königsberg i. Pr. Schriften d. kgl. phys. u. ök. Ges. Bd. XXIII. 1882. S. 115 ff. — H. Hoffmann, Untersuchungen über künstliche Sempervirenz in C. Koch, Wochenschrift für Gärtnerei- u. Pflanzenkunde. Berlin 1871. S. 17 ff. — Vegetationsperioden und Linien ꝛc.: A. Grisebach, Die Vegetation der Erde. Leipzig 1872. I. Bd. S. 73 ff. — Alph. De Candolle, Géogr. bot. rais. pag. 69 sq. — Schübeler, Die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1873—1875. — Klimatisch-physiologische Eintheilung der Vegetationsgebiete: Alph. De Candolle, Constitution dans le règne végétal de groupes physiologiques appliqués à la géographie ancienne et moderne. Bibl. univ. Arch. d. scienc. phys. et nat. nouv. pér. T. L. Genf 1874. pag. 5 sq. — J. G. Baker, a. a. O. — A. Tschirch, Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit spezieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Linnaea Bd. XLIII. S. 139 ff. (1881). — F. W. Ch. Areschoug, Der Einfluß des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Struktur der Blattorgane. Engler's Jahrb. II. 1881. S. 511 ff.

C. Geologisch-historische Bedingungen der Pflanzenverbreitung.

Den bereits im paläontologischen Abschnitte dieses Werkes (S. 721—723, §. 320. §. 296.) gegebenen Andeutungen über die allmähliche Annäherung der Vegetation in der jüngeren Tertiärzeit und der Quartärperiode an die gegenwärtigen Verhältnisse ist folgendes hinzuzufügen:

Die ziemlich befriedigende Kenntniß, welche wir über die fossile Flora dieser Perioden in der nördlichen gemäßigten Zone beider Hemisphären besitzen, gestattet die Geschichte der meisten wichtigen Pflanzengruppen und ihrer Wanderungen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit zu verfolgen. Weniger vollständig und vielfach sehr mangelhaft ist unsere Kenntniß der paläontologischen Thatsachen für die Tropenzone und die extratropische Süd-Hemisphäre, wo wir hauptsächlich auf Schlüsse aus der gegenwärtigen Verbreitung verwandter Pflanzenformen angewiesen sind,

§. 320. Erwägungen, die übrigens auch für die nördliche gemäßigte Zone die Lücken unserer paläontologischen Kenntnisse ausfüllen müssen.

Wenn wir mit Engler unsere historische Betrachtung mit der Miocänperiode beginnen, so finden wir zu dieser Zeit bereits eine klimatische Gliederung in eine Tropen- und zwei gemäßigte Zonen, welche letztere auch die Polarländer einschlossen. Auch wies Heer aus den Pflanzen- und Insektenfunden von Oeningen (vergl. S. 722) einen Verlauf der Jahreszeiten nach, wie er einem außertropischen Klima entspricht. Hieraus ergiebt sich eine Eintheilung der damaligen Flora in die tropischen der östlichen und westlichen Hemisphäre (paläo- und neotropische Flora), eine nördliche (arktotertiäre) und eine südliche temperirte (altoceanische, so benannt, weil Engler den Elementen dieser Flora die Fähigkeit zuspricht, sich über weite Meeresstrecken durch Treibeis ꝛc. zu verbreiten). Die arktotertiäre Flora, deren Reste noch im höchsten Norden (Grinnell-Land unter 81° 46′) nachgewiesen sind, besaß zahlreiche Coniferen und mannichfaltige Laubhölzer. Die nördlichsten Fundorte neo- und paläotropischer Formen, namentlich der Palmen, sind durch die Linie Vancouver-Island, England (Bovey-Tracey, s. oben S. 721), Hessen (Laubach), Thüringen (Bornstedt), Böhmen (Kutschlin) bezeichnet. In der paläotropischen Flora bestand aber ein erheblicher Unterschied zwischen einer nordöstlichen Zone mit Abietineen und Cupuliferen und einer davon muthmaßlich durch Meer getrennten südwestlichen, welche das tropische Afrika und Vorder-Indien umfaßte, wo wie auch im neotropischen Florengebiete, diese Gruppen fehlten. Die altoceanische Flora besaß vermuthlich dieselben Familien, die noch heute für die extratropischen Gebiete der Süd-Hemisphäre charakteristisch sind, Restiaceen, Proteaceen ꝛc., wenn auch nicht so ausschließlich wie heute, da das Vorkommen dieser jetzt in ihrer Verbreitung so beschränkten Formen in der älteren Tertiärflora der Nord-Hemisphäre Unger zu dem gefügelten Worte „Neuholland in Europa" veranlaßte. Die Vertheilung von Land und Meer war damals vielfach von der heutigen abweichend. Die Straßen von Gibraltar, Messina und Konstantinopel existirten noch nicht, Italien und Sicilien hingen mit Afrika, Griechenland mit Kleinasien, Frankreich mit England zusammen (diese Verbindungen bestanden zum Theil auch noch in der Quartärzeit, wodurch sich die Uebereinstimmung der Flora von England mit dem europäischen Festlande und die Verbreitung von Arten von *Campanula trichocalycina* Ten. und *Vicia ochroleuca* Ten. erklärt, die von Algerien über Sicilien und Unteritalien nach Dalmatien reichen (erstere auch in Bosnien und auf Kreta), im östlichen und westlichen Mittelmeergebiete aber fehlen. Andererseits war Nordwest-Asien und ein großer Theil Südost-Europas mit Meer bedeckt, welches nicht nur das heutige Schwarze und Kaspische Meer (welches letztere noch heute eine Seegrasart, *Zostera nana* Roth. besitzt) mit dem Eismeere verband, sondern sich durch Ungarn und nördlich und westlich der penninisch-carnischen Halbinsel des heutigen Alpengebietes mit dem Mittelmeere verband. Der später trocken gelegte Boden dieses Miocänmeeres wurde die Entwickelungsstätte der Steppenflora. Die Gebirge der Miocänzeit besaßen noch nicht die Höhe der heutigen Alpen und des Himalaya.

Es würde hier zu weit führen, im einzelnen nachzuweisen, wie durch die geologischen und die von denselben mindestens theilweise abhängigen klimatischen Umgestaltungen aus der so eben geschilderten Lage der Dinge der heutige Zustand hervorging. Als besonders bedeutungsvoll ist namentlich hervorzuheben: Die Abnahme der Temperatur, welche sich in der jetzigen Einschränkung der Tropenflora und in dem Hervortreten des Polareises und der arktischen Flora kundgiebt, hat nicht kontinuirlich stattgefunden, sondern ähnlich wie die S. 723 erwähnten, von Blytt nachgewiesenen Perioden trockenen und feuchteren Klimas gab es auch, namentlich in der Diluvialzeit, Perioden wechselnder Temperatur, welche wohl im Anschluß an die am Schlusse der Tertiärzeit erfolgte Hebung der meisten Hochgebirge, wiederholt eine niedrigere Temperatur als die heutige hervorriefen. Die vielbesprochene Eiszeit in Europa lassen sich nach den neueren Forschungen zwei [nach Penck sogar drei] Perioden ausgedehnter Vergletscherungen nachweisen, zwischen denen ein milderes Klima herrschte) hat die deutlichsten Spuren ihres Daseins, wie in den Gebirgsformationen, so auch in der Vegetation von Europa (und West-Nordamerika) hinterlassen, wo das feuchte Seeklima die Zunahme der

Gletscher besonders begünstigte. Auf der Höhe der Eiszeit herrschte in ganz Mittel- §. 320.
und Nordeuropa ein Klima, welches der jetzigen arktischen Zone entspricht. Die Alpen und die skandinavischen Gebirge waren in weitester Ausdehnung vergletschert, und das rauhe Klima, welches in der dazwischen gelegenen Ebene herrschte, gestattete den Austausch der alpinen Floren der nordasiatischen, europäischen und selbst amerikanischen Hochgebirge, welcher heute nicht mehr möglich ist. Christ hat nachgewiesen, daß die (wegen des trockenen Klimas auch in der Eiszeit wenig vergletscherten) nordasiatischen Hochgebirge als die Heimat des größten Theiles der Arten anzusehen sind, welche sich beim Milderwerden des Klimas theils in die alpinen Regionen der europäischen Gebirge, theils in die Polarzone zurückzogen und so die arktisch-alpine Flora darstellen. Als Zeugen der Eiszeit sind nicht nur die von Nathorst in postglacialen Thonen Südskandinaviens, Nord- und Süddeutschlands und Englands nachgewiesenen Reste arktischer Arten (wie *Betula nana* L., *Salix polaris* Wahlenb., *Dryas octopetala* L. (vergl. S. 723), sondern die vielfach in den Voralpen, Mittelgebirgen und selbst in der Ebene (besonders auf Mooren) noch lebend erhaltenen Glacialpflanzen (z. B. *Rhododendron ferrugineum* L. bei Kißlegg in Oberschwaben, *Primula auricula* L., *Gentiana Clusii* Perr. et Song., *Bartsia alpina* L. und *Pinguicula alpina* L. in den Mooren Oberbaierns, *Arabis alpina* L. am Südharz und im Riesengebirge, *Saxifraga nivalis* L. im Riesengebirge, *Betula nana* L. und *Polygonum vivipārum* L. in Preußen). Diese „lebenden Fossilien" sind die letzten erhaltenen Reste aus einer Zeit, wo in den Gebirgen überall eine alpine Vegetation, in der Ebene eine arktische Flora herrschte und die Moore eine der nordischen Tundra (S. 786) ähnliche Beschaffenheit zeigten. Sie haben ihr Dasein mühsam im Kampfe mit späteren Einwanderern erhalten, die aus milderen Klimaten stammend, nach der Eiszeit in polarer Richtung vordrangen; in Westeuropa mehr Glieder der Mediterran-, in Osteuropa mehr solche der Steppenflora, welche sich nach der Austrocknung jenes südosteuropäisch-westasiatischen Binnenmeeres mächtig entwickelte. Die Steppenpflanzen begannen schon während der Diluvialzeit ihre Einwanderung, wie aus den zoologischen Funden Nehring's in der Magdeburger Börde zu schließen ist; ihre Ausbreitung im nordöstlichen Deutschland ist von Loew, in Skandinavien von Areschoug nachgewiesen.

Nicht so eingreifend waren die Veränderungen in der Mediterranflora. Hier hatten sich auch während der Eiszeit viele der älteren tropischen und subtropischen Typen erhalten. Zu diesen gehören z. B. Oleander, Myrte, Johannisbrotbaum, Oelbaum, die *Pistacia*-Arten, *Anagyris*, alles in der jetzigen Mediterranflora fremde, größtentheils in der Tertiärflora Europas nachgewiesene Typen, die, wie Martins nachwies, alle gegen Kälte besonders empfindlich sind. Die nicht arktischen Hochgebirgspflanzen Süd- und Mitteleuropas haben sich wohl aus Formen tieferer Regionen, die ins Gebirge aufstiegen, entwickelt. Auch haben sich sicher in den südlichen Alpen manche Typen der praeglacialen Zeit erhalten, ein Umstand, welchem Alph. De Candolle den reichen Endemismus[1]) dieses Gebietes und die oft sehr kleinen Areale (vergl. S. 770, §. 317.) zuschreibt. Die Ansicht Ball's, der gerade in den Gebirgsfloren die ältesten, schon seit der Kohlenformation vorhandenen Elemente, und den Ursprung der arktischen Vegetation annimmt, scheint auch mir, wie Engler, unannehmbar.

In Vergleich mit den ungeheuren Umgestaltungen, die die Vegetation Europas seit der Miocänzeit erlitten hat, sind die Veränderungen der Floren des gemäßigten östlichen Nordamerikas und Ostasiens (China, Japan, Amurgebiet) geringfügig zu nennen. Die heutige Vegetation dieser Länder zeigt eine auffällige Aehnlichkeit mit der Miocänflora, wenn auch, wie aus der allgemeinen Temperaturabnahme erklärlich, mehr mit der Miocänflora der Polarzone als mit der schon stark mit tropischen Typen gemischten des gemäßigten Nordamerikas. Ob diese Uebereinstimmung sich nun dadurch erklärt, daß die klimatischen Veränderungen nicht so eingreifend waren, als in Europa, oder dadurch, daß wegen der Meridianrichtung der Gebirge den in äquatorialer

1) Ἔνδημος einheimisch, auch national, wird in der Pflanzengeographie nur von solchen Pflanzen gebraucht, die auf das betr. Gebiet beschränkt sind.

§. 320. Richtung sich vor der Kälte zurückziehenden Typen später beim Milderwerden des Klimas die Rückwanderung möglich war, die in Europa schon durch die Richtung der Gebirge ausgeschlossen wurde, ist noch ungewiß. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich von den Polarländern aus ursprünglich die Vegetation nach Europa, Ostasien, West- und Ost Nordamerika, die lange durch ein die Stelle des heutigen Prairiegebietes einnehmendes Binnenmeer getrennt waren, strahlenförmig verbreitete. Nordwest-Amerika hing lange durch die Aleuten und an der jetzigen Beringstraße mit Asien zusammen und von Ostasien fand längs des Himalaya, Elbrus, Kaukasus und der Alpen eine Verbindung mit Südeuropa statt, wodurch sich erklärt, daß z. B. noch in der Pliocänzeit in Europa (Meximieux, vergl. S. 723) das amerikanische *Liriodēndron*, die ostamerikanisch-ostasiatischen Torreyen und Magnolien vorkamen. Eine direkte Verbindung zwischen dem mediterranen Europa und Nordamerika mittels einer „Atlantis", als deren Reste die Azoren, Canaren anzusehen wären, wie sie noch Unger annahm, gilt jetzt aus geologischen Gründen für unwahrscheinlich. Jedenfalls erklärt sich so aber die schon von A. Gray besprochene Uebereinstimmung zwischen Ostasien und Ost-Nordamerika durch den gemeinsamen Ursprung von der circumpolaren Miocänflora; daß West-Nordamerika an dieser Uebereinstimmung nur sehr wenig Antheil hat, erklärt sich dadurch, daß hier, wie in Europa, die tertiären Typen später ausgestorben sind, sei es, wie Jos. Hooker annimmt, durch ausgedehnte Vergletscherung, sei es durch die später nach Austrocknung des Binnenmeeres erfolgte Steppen- und Wüstenbildung.

Wir sehen infolge der geschilderten Veränderungen aus der ursprünglich viel gleichförmigeren Miocänflora eine weit größere Differenzirung der Florengebiete hervorgehen. So findet man z. B, abgesehen von den erwähnten Beispielen aus der europäischen Tertiärflora, unter den japanischen Fossilien die heute dort ausgestorbene (kalifornische) *Sequoia*, in Amerika aber den heute auf Japan beschränkten *Gingko*. Die Xerophyten (S. 784, §. 319.) haben sich seit der Tertiärzeit, wo überall ein feuchtes Klima herrschte, aus den tropischen und temperirten Floren (ähnlich wie die Gebirgsfloren) ausgeschieden. Andererseits sind aber auch Mischungen der früher räumlich getrennten Florenelemente eingetreten. Die arktisch-alpine Flora hat sich bis zum Himalaya, ja längs der Andes bis zur Südspitze Amerikas ausgebreitet; das altoceanische Element ist ebenfalls auf den Andes in das neotropische Gebiet eingedrungen; ein gewisser Austausch hat zwischen den (übrigens von Haus aus nahe verwandten) paläo- und neotropischen Formen stattgefunden, die sich außerdem auch mit den nördlich-temperirten Formen, namentlich wieder in Ost-Nordamerika und Ostasien gemischt haben.

Ferner wird durch die Einwirkung geologischer Aenderungen sowohl die Entstehung getrennter Areale (vergl. S. 771, §. 317.) als die Bildung nahe verwandter Formen bezw. Arten an weit entfernten Orten verständlich. Die Trennung kann dadurch erfolgen, daß das Zwischengebiet für die betreffende Art unbewohnbar wird (die arktisch-alpine Flora), oder daß es unter den Meeresspiegel sinkt (so stammt *Erica sicula* Guss., heute nur in Sicilien (Malta?), Cyrenaika und auf Cypern bekannt, jedenfalls aus der Zeit, ehe das östliche Mittelmeerbecken seinen gegenwärtigen Umfang gewann; *Populus euphratica* Oliv., welche heute außer zusammenhängenden Gebieten im Steppengebiete Vorderasiens vereinzelte Fundorte in der Libyschen Wüste und im westlichen Nordafrika bewohnt, war in der Miocänzeit (S. 721) als *P. mutabilis* Heer in Europa und Nordamerika weit verbreitet). Für die Ausbildung nahe verwandter Formen bieten die schon S. 771, §. 317. erwähnte afrikanische und orientalische Ceder und die von diesen beiden sehr nahe verwandten Formen etwas mehr abweichende Himalaya-Ceder (*Cedrus Deodara* (Roxb.) Loud.) ein anschauliches Beispiel, mögen sie sich nun in den getrennten Theilen eines ursprünglich zusammenhängenden Areals entwickelt haben, oder die Stammform zu verschiedenen Zeiten nach den jetzigen Wohngebieten gelangt und im Zwischengebiete verschwunden sein. Jedenfalls begünstigt räumliche Trennung die Entwickelung specifischer Unterschiede.

In Ländern, welche verhältnißmäßig geringe geologische Veränderungen erlitten, konnten sich Formen, welche anderwärts ausgestorben sind, wenn auch in reducirter Zahl und systematisch vereinzelt, erhalten. Daher zeichnen sich geologisch alte

Florengebiete, wie manche oceanische Inseln, die als Reste versunkener Kontinente anzusehen sind, oder Inselländer, die durch Meeresarme von Kontinenten abgeschnitten sind, wie z. B. Japan, zwar durch zahlreiche endemische Arten, aber artenarme Gattungen aus (die monotypischen[1] Gattungen (mit nur einer Art) sind meist Ueberbleibsel früher artenreicher Typen), während die Arten junger Florengebiete, deren Endemismus darauf beruht, daß sie sich unter ungünstigen äußeren Bedingungen schwer ausbreiten konnten, wie die meisten Xerophyten, häufig artenreichen Gattungen angehören.

Literatur: Alph. De Candolle, Géogr. botan. raisonnée. pag. 1056—1125. — A. Engler, Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete, seit der Tertiärperiode. 2 Bde. Leipzig 1879, 1882. — O. Heer, Die Urzeit der Schweiz. 2. Aufl. Zürich 1879. — Derselbe, Fossile Flora der Polarländer. 6 Bde. Zürich 1868—1881. — J. D. Hooker, Outlines of the distribution of Arctic plants. Trans. Linn. Soc. London. Vol. XIII. pag. 273 sq. — H. Christ, Ueber die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette. Denkschr. der schweiz. naturf. Gesellsch. 1866. — Alph. De Candolle, Sur les causes de l'inégale distribution des plantes rares dans la chaîne des Alpes. Atti congr. bot. Firenze 1874 (Firenze 1876). p. 92 sq. — J. Ball, On the origin of the Flora of the European Alps. Proc. Royal Geogr. Soc. London 1879. Ann. Sc. Natur. 6 sér. Tome. IX. Paris 1879. — Alfr. Nathorst, Om några arktiska växtlemningar i en sötvattens lera vid Alnarp i Skåne. Lund Univ. Årsskr. T. VII. 1870. — Derselbe, Om den arktiska vegetationens utbredning öfver Europa norr om Alperna under istiden. Öfv. Kongl. Vetensk. Förh. Stockholm 1873. — Derselbe, Ueber neue Funde von Glacialpflanzen. Engler's Jahrb. I. Bd. 1881. S. 431 ff. — F. W. C. Areschoug, Bidrag till den skandinaviska vegetationens historia. Lund Univ. Årsskr. 1866. — E. Loew, Ueber Perioden und Wege ehemaliger Pflanzenwanderungen im norddeutschen Tieflande. Linnaea XLII. Bd. S. 511 ff. — Ch. Martins, Sur l'origine paléontologique des arbres, arbustes et arbrisseaux indigènes du midi de la France sensibles au froid dans les hivers rigoureux. Mém. Acad. sc. Montpellier. IX. 1877. pag. 87 sq. — A. Gray, Observations upon the relations of the Japanese Flora to that of North America. Mem. Amer. Acad. New. Ser. Vol. VI. pag. 424 sq.

D. Einfluß des Menschen auf die Vegetation.

§. 321. Der Einfluß des Menschen auf die Pflanzenwelt ist ein doppelter; zunächst ein direkter, insofern zahlreiche Arten absichtlich, oder ohne und oft gegen den Willen des Land- und Forstwirths, Gärtners ꝛc., aus oft sehr entfernten Ursprungsgebieten eingeführt werden und sich in einzelnen Fällen so stark vermehren, daß sie minder kräftig organisirte einheimische Pflanzen von ihren Standorten verdrängen.

Die eingeführten Pflanzen können nach der Art der Einführung unterschieden werden in:

1) Angebaute oder Kulturpflanzen, deren Geschichte und Geographie in einem eigenen Abschnitt (G.) besprochen wird.

2) Verwilderte, welche sich infolge des Anbaus auch außerhalb der dafür bestimmten Plätze angesiedelt haben. Zierpflanzen finden sich häufiger verwildert als Nutzpflanzen, von denen manche überhaupt nicht wildwachsend bekannt sind und auch kaum anders als in vereinzelten Exemplaren verwildert vorkommen (wie unsere Getreidearten).

3) Verschleppte, welche nicht angebaut, sondern als Unkräuter der Kulturpflanzen oder durch Handel, namentlich auch Schiffsverkehr, eingeführt wurden.

Die Grade der Einbürgerung sind namentlich von Watson sorgfältig unterschieden worden. Vollständig eingebürgert (naturalisirt) kann man nur solche Arten einer bestimmten Flora nennen, die völlig das Ansehen der einheimischen angenommen haben, also an ihrem Standorte und Vorkommen nicht als fremd erkannt werden können, und deren Fortexistenz durch ihre starke Vermehrung (durch Samen oder auch auf vegetativem Wege, wie z. B. *Elodea canadensis* Rich.) oder durch bereits eingenommene zahlreiche Standorte gesichert erscheint. Diejenigen eingeführten Pflanzen, bei denen dies noch nicht der Fall ist, nennt Watson

1) Ankömmlinge (Casuals). Zu den begünstigten Fundorten derselben gehören z. B. die Ballastplätze der Seehäfen, welche bei lebhaftem Verkehre oft eine reiche Flora ausländischer Arten zeigen (z. B. in Danzig), der Wollwaschplätze in

1) Μόνος einzeln, τύπος Schlag, auch Form.

§. 321. Südfrankreich und die Umgebungen der Tuchfabrikstädte, die überseeische Wolle verarbeiten (vergl. S. 774, §. 317.), die Ausladeplätze der Eisenbahnen (z. B. die Getreidelagerhäuser von Thalkirchen bei München, deren reiche Flora von Kreuzpointner verzeichnet wurde), neue Aufschüttungen und Eisenbahndämme, Kulturen neu eingeführter Pflanzen (z. B. die Serradellafelder, die Kulturen amerikanischen Klees (*Ambrosia artemisiifolia* L.!), und chilenischer Luzerne (*Cuscūta racemōsa* Mart.!). Endlich gehören hierher jene algerischen und südost-europäischen Pflanzen, welche, mit dem Pferdefutter eingeführt, an zahlreichen Stellen des Kriegsschauplatzes von 1870/71 in Frankreich auftraten, namentlich um Paris (Florula obsidionālis). Die meisten Ankömmlinge, so auffällig ihr Auftreten auch sein mag, verschwinden ebenso rasch wieder wie sie gekommen waren; selbstverständlich ist aber jede eingebürgerte Pflanze zuerst als Ankömmling aufgetreten.

Die eingebürgerten Pflanzen theilt Watson in folgende Kategorien:

2) Einwanderer (Alíens), Pflanzen, deren fremder Ursprung durch sichere Zeugnisse oder durch anderweitige zwingende Gründe dargethan ist. Hierher gehören einige der verbreitetsten Pflanzen unserer einheimischen Flora, z. B. *Datūra stramonĭum* L. (Vorderasien), *Oenothēra biēnnis* L. und *Erigēron canadēnsis* L. (Nordamerika), welche sich seit dem 16. bezw. 17. Jahrhundert eingebürgert haben. Von ihnen sind die ersten beiden wohl ursprünglich als Zierpflanzen, die letzte aus botanischen Gärten verwildert.

Einige der wichtigsten Einwanderer, die sich in Deutschland seit Anfang dieses Jahrhunderts eingebürgert haben:

Elodëa *canadēnsis* Rich. Wasserpest. Wasserpflanze aus Nordamerika. Verwildert aus botanischen Gärten. In Europa (nur die weibliche Pflanze) zuerst in Irland 1836 beobachtet, bis 1854 in England verbreitet und sehr lästig; 1858 bei Potsdam, 1859 bei Eberswalde angepflanzt, jetzt durch die ganze norddeutsche Ebene stellenweise verbreitet, auch hie und da in Mittel- und Süddeutschland, in den Niederlanden, der Schweiz, Frankreich, Skandinavien.

Amarántus *retroflĕxus* L. Verwildert aus botanischen Gärten oder verschleppt? Seit 1735 bei Venedig, 1778 in Frankreich, von den Schriftstellern des vorigen Jahrhunderts für amerikanisch erklärt, aber auch in den wärmeren Strecken der östlichen Hemisphäre. 1814 bei Berlin Gartenflüchtling nach Kunth, 1823 von v. Schlechtendal nicht wieder gefunden. Jetzt durch fast ganz Deutschland verbreitet, theils als Ruderal-, theils als Ackerpflanze.

Impatiens *parvifl̆ora* DC. Nördliches Centralasien. Verwildert aus botanischen Gärten. 1831 im Genfer botanischen Garten (nach De Candolle), 1851 bei Dresden; gleichzeitig auch bei Berlin. Seitdem in Nord- und Mitteldeutschland in den Umgebungen der meisten botanischen Gärten, auch bei Frankfurt a. O., Weimar, Blankenburg a. H., Weltrus und Aussig in Böhmen ꝛc., ferner in Dänemark, Belgien, England.

Collomia *grandifl̆ora* Dougl. Westliches Nordamerika. Verwilderte Zierpflanze. 1842 an der Gera bei Erfurt (Baetcke), später an der Apfelstedt. Seit 1855 in der Rheinprovinz im Nahe-, Ahr- und Roerthale; Schlesien, Mecklenburg, Provinz Brandenburg.

Mimŭlus *lutĕus* L. Westliches Nordamerika und Chile. Verwilderte Zierpflanze. Seit 1815 auf den Britischen Inseln (zuerst in Schottland) eingebürgert. Etwa seit 1850 in Mitteldeutschland an Gebirgsbächen verbreitet, in Schlesien, Böhmen, Sachsen, Thüringen, Harz, Rheinland. Seltener in Norddeutschland (Mark Brandenburg) und im Süden (Elsaß, Kärnten). Neuerdings auch in Skandinavien, selbst im höchsten Norden Europas, in Finnmarken, beobachtet.

Veronĭca *persĭca* Poir. (*Buxbaumĭi* Ten., *hospĭta* M. et K.). Orient, wohl auch Südosteuropa. Verschleppt. Scheint seit Anfang dieses Jahrhunderts über West- und Nordeuropa sich zu verbreiten. 1805 in Baden, sonst 1823 in Deutschland nur aus Schlesien und Böhmen bekannt. Jetzt in Mitteleuropa fast überall verbreitet, vielfach häufig. Auch auf den Britischen Inseln. Erst ganz neuerdings spärlich in Egypten gefunden.

Elssholzĭa *Patrĭni* (Lepech.) Gke. (*cristāta* Willd.). Gebirgspflanze Centralasiens (Sibirien bis Indien), aus botanischen Gärten verwildert. In Rußland (vor 1826), Schweden (ungefähr zu derselben Zeit), Dänemark, Norddeutschland, Angers (1850), aber meist nur Gartenunkraut und in der Nähe bewohnter Orte. Vaterland und Verbreitung stimmen mit Impatiens *parvifl̆ora* überein, die aber mehr als ein Menschenalter später ihre Wanderung angetreten hat.

Xanthium *italĭcum* Moretti (*riparĭum* Lasch). Stammt wahrscheinlich aus Nordamerika (ob von X. *echinātum* Murr. als Art verschieden?). Verschleppt? In den 20er Jahren dieses Jahrhunderts in Ober-Italien zuerst bemerkt, seit 1830 im Elb-, Oder-, Warthe-, Netze- und Weichselgebiet; anderwärts z. B. bei Berlin nur vorübergehend eingeschleppt.

Xanthium *spinōsum* L. Stammt wahrscheinlich aus Südamerika. Verschleppt. 1765 bei Montpellier, 1787 in Südrußland. Von dort aus seit 1830 in nordwestlicher Richtung durch Rumänien nach Ungarn und Galizien vorgedrungen, wo der „serbische oder russische Dorn“, szerb tövis, moskovsky trn, besonders seit 1848 eine Landplage ist. Von dort aus durch den Schweinetransport auch nach Oesterreich, Mähren und Böhmen gelangt. Auch in Südafrika und Australien eingebürgert (vergl. S. 774), wohl von dort mit Wolle nach unseren Tuchfabrikstädten verschleppt, dort aber unbeständiger „Ankömmling“.

§. 321.

Rudbeckia *laciniāta* L. Nordamerika. Verwilderte Zierpflanze. An Gebirgsbächen Schlesiens und der Ober-Lausitz seit 1787, neuerdings auch Nieder-Lausitz, Mark Brandenburg, Lübeck, Hamburg, Belgien, Thüringen, Elsaß, Nieder-Oesterreich, Kärnten, Ungarn, Slavonien, Polen.

Galinsŏga *parviflŏra* Cav. Stammt aus dem tropischen Amerika. Seit Anfang dieses Jahrhunderts aus botanischen Gärten (namentlich dem Berliner) verwildert, schon 1816 bei Genthin. Jetzt in Mitteleuropa, auch in England und Dänemark, Portugal, Italien an zahlreichen Orten ein lästiges Unkraut geworden; von Almora im westlichen Himalaya aus seit 1840 schon so verbreitet, daß sie Stewart 1870 für eine einheimische Pflanze hielt. (Bot. Zeit. 1871. Sp. 840). Auch in Australien eingebürgert.

Chrysanthĕmum *suaveŏlens* (Pursh) Aschs. (Matricaria *discoidea* DC.). Stammt aus Ostasien und West-Nordamerika. Verwildert aus botanischen Gärten. Von A. Braun 1852 bei Berlin so zahlreich gefunden, daß sie wohl schon mehrere Jahre früher sich aus dem dortigen Garten entfernt haben muß. Jetzt dort sehr verbreitet, auch bei Prag, Bodenbach, Dresden, Magdeburg, Lenzen, Köstritz, Breslau, Frankfurt a. O., Upsala.

Unter den Einwanderern des Mittelmeergebiets verdienen besondere Erwähnung die aus dem Hochlande Mexikos im 16. Jahrhundert eingeführten Heckenpflanzen *Agāve americāna* L. und *Opuntia Ficus indica* (L.) Mill., welche, vielfach verwildert, Charakterpflanzen des Gebiets geworden sind. Von neueren Daten (seit Anfang des Jahrhunderts) sind *Oxălis cernua* Thunb. (Kap), *Nicotiāna glauca* Grah. (extratropisches Südamerika) und *Erigĕron linifolius* Willd. (*Conyza ambigua* DC., *Erigĕron benariēnsis* Sz. Bip. nec L.) (wohl tropisches Amerika, jetzt auch in der Alten Welt und Australien), welcher letztere in Südeuropa dem *E. canadēnsis* L. das Feld streitig macht. Ein anschauliches Beispiel fester Ansiedelung einer fremden Pflanze auf einem allerdings noch beschränkten Gebiete bietet *Paspălus vaginātus* Sw. (*Panicum Digitaria* Laterr.) eine über die tropischen und subtropischen Gebiete beider Hemisphären verbreitete Graminee, die aus den südlichen Vereinigten Staaten nach Bordeaux gelangte, sei es durch absichtliche Aussaat oder durch Verschleppung vermittelst des Schiffsverkehrs. Seit 1824 hat sich dieselbe im Gebiete der Garonne völlig eingebürgert und bereits die Küste des Mittelmeeres (Montpellier) erreicht. Das großartigste Beispiel von Einbürgerung fremder Pflanzen unter Verdrängung der einheimischen Vegetation bieten wohl die von Europäern kolonisirten Gebiete in der nördlichen und südlichen gemäßigten Zone, von denen Nordamerika hauptsächlich Arten Mitteleuropas, Südafrika, Chile und Argentinien die des Mediterrangebiets aufgenommen haben. In Australien finden sich mittel- und südeuropäische Unkräuter etwa in gleicher Zahl. Am auffälligsten ist diese Erscheinung jedenfalls in den Pampas von Buenos Aires (vergl. S. 774, §. 317), wo Artischocken, Fenchel, stachelfrüchtige *Medicāgo*-Arten viel massenhafter sich entwickelt haben als in ihrer südeuropäischen Heimat. Den von *Xanthium spinōsum* (S. 774) und *Galinsŏga* (vergl. oben) angeführten Beispielen, daß von einem sekundären Wohngebiete aus wiederum Einbürgerungen auf weite Entfernungen hin stattgefunden haben, ließen sich noch manche andere hinzufügen, bei denen gewöhnlich Europa die Vermittlerrolle spielte; so hat sich *Opuntia Ficus indica* von Mexiko über Südeuropa nach Südafrika verbreitet; eben so wenig dürfte vielleicht *Verbēna bonariēnsis* L., eine in den botanischen Gärten Europas häufige Pflanze, direkt von Südamerika nach Südafrika und Australien gelangt sein, wo sie jetzt weite Strecken (Vervein-plains) bedeckt.

3) Ansiedler (Colonists). Unter diesem Namen versteht Watson alle Pflanzen, welche sich an die Schritte des Menschen heften und größtentheils verschwinden würden, wenn die menschliche Thätigkeit plötzlich aufhörte; diejenigen also, welche die künstlichen Formationen des kultivirten Bodens (S. 751—755, §. 311.) bilden. In manchen Ländern macht diese Acker- und Ruderalflora einen erheblichen Theil der wildwachsenden Pflanzen aus, z. B. in Egypten, wo sich auf dem Alluvialboden des Nilthals außerdem nur noch einige Wasser-, Sumpf-, Ufer- und Salzpflanzen vorfinden, während alle übrigen Unkräuter von theils mediterranem, theils tropischem Ursprunge sind. In Mesopotamien, wo die einst so hohe Kultur des Alterthums und Mittelalters bis auf spärliche Reste zu Grunde gegangen, ist auch die oben theoretisch postulirte Verarmung der Flora größtentheils faktisch verwirklicht.

Hierbei ist übrigens zu bemerken, daß die Acker- und Ruderalpflanzen einer Flora nicht sämmtlich fremden Ursprungs zu sein brauchen. Pflanzen, welche

321. urſprünglich einem von zuſammenhängender Vegetationsdecke entblößten Boden, Schutthalden der Felsabhänge, Flußufern, dem Meeresſtrande angepaßt waren, finden auf Aeckern und an Wegen ꝛc. einen entſprechenden Boden und können ſich dort unter Umſtänden weit üppiger entwickeln, als an ihrem urſprünglichen Standorte, wofür ſich eine nahe liegende Analogie aus dem zoogeographiſchen Gebiete aus neueſter Zeit darbietet: der Coloradokäfer, welcher, in ſeiner urſprünglichen Heimat eine recht ſeltene Art, durch die Wanderungen der Anſiedler nach den Oſtſtaaten verſchleppt, dort erſt jene verderbendrohende Ausbreitung erlangte. Von unſeren mitteleuropäiſchen Ackerunkräutern ſind z. B. *Cirsium arvēnse* (L.) Scop. und *Sonchus arvēnsis* L., welche ſich nicht ſelten auch an anderen der menſchlichen Thätigkeit minder direkt unterliegenden Standorten finden, und im ſüdlichen Europa ſehr ſelten (oder wie letzterer gar nicht) vorkommen, als einheimiſche zu betrachten, wogegen Kornrade, Ritterſporn, Klatſchroſen, Kornblumen, die im Mittelmeergebiete auch an unkultivirten Stellen wachſen, ſicher mit dem Getreidebau eingewandert ſind.

Beſonders lehrreich ſind die Verhältniſſe in den Oſtſtaaten Nordamerikas, da der hiſtoriſche Vorgang der dortigen Beſiedelung als ein Spiegelbild des prähiſtoriſchen in Mitteleuropa betrachtet werden kann. (Samen einiger unſerer Ackerunkräuter wies Heer in den ſchweizer Pfahlbautenfunden nach.) In dieſem urſprünglich mit dichtem Walde bedeckten Gebiete hatten die ſchon den Verhältniſſen des offenen Kulturlandes angepaßten europäiſchen Unkräuter vor den einheimiſchen Arten einen großen Vortheil. Auffällig iſt übrigens die Ungleichheit, welche manche in Europa verbreitete Arten in dieſer Beziehung zeigen. So ſind *Triticum repens* L., *Stellularia media* (L.) Cir., *Agrostēmma githāgo* L., *Echium vulgāre* L., *Anthēmis cotula* L., *Cirsium arvēnse* (L.) Scop. häufig, während *Papāver rhoeas* L., *Knautia arvēnsis* (L.) Coult., *Chrysanthēmum inodōrum* (L.) Bernh. und *Senecio vulgāris* L. fehlen und *Veronica*-Arten und *Tussilāgo farfārus* L. ſelten ſind. Zu dieſen europäiſchen Koloniſten haben ſich nun aber eine Anzahl Arten aus den offenen Süd- und Weſtſtaaten zum Theil erſt in neuerer und neueſter Zeit geſellt, von denen mehrere, wie *Veronica peregrīna* L., *Rudbeckia hirta* L. und *Chrysanthēmum suaveōlens* (Pursh) Aschs. (ſiehe oben S. 793) ihre große Expanſionskraft auch dadurch bethätigt haben, daß ſie ſich in Europa angeſiedelt haben.

Einige beſtimmten Kulturpflanzen eigene Unkräuter ſind ſchon S. 751 ff., §. 311. genannt; offenbar werden *Fagopȳrum tataricum* (L.) Gärtn. mit dem Samen des Buchweizens, *Lolium remōtum* Schrk., *Silēne linicōla* Gmel., *Camelina sativa* (L.) Crtz. var. *dentāta* (Willd.) Pers., *Lepidium sativum* L. mit dem Samen des Flachſes ſeit unbeſtimmter Zeit verbreitet. (Verfaſſer fand letzteres ebenſo auf Flachsfeldern bei Kairo wie in der Altmark.) Mit dem Reis haben ſich eine Anzahl tropiſch-aſiatiſcher Arten nach Egypten (bis in die Oaſen) und wohl von dort nach Oberitalien verbreitet, wie *Cypērus difformis* L. und *Najas graminea* Del. Das Auftreten von *Isoëtes Malinverniana* Ces. et De Not., *Rotāla filiformis* (*Suffrenia* Bell.) Hiern nur im Gebiete des oberitalieniſchen Reisbaues läßt eine ähnliche Herkunft für dieſe Arten vermuthen, obwohl erſtere ſonſt überhaupt noch nirgends, letztere nur im tropiſchen Afrika beobachtet wurde.

Eine allgemeine biologiſche Eigenthümlichkeit dieſer Kategorie iſt ihre ſtarke Vermehrung durch Samen, der in vielen Fällen ſeine Keimfähigkeit ſehr lange erhält, weshalb die auffälligen Erſcheinungen der „ruhenden Samen“ (vergl. §. 220.), beſonders bei derartigen Pflanzen beobachtet wurden. So ſieht Th. v. Heldreich in dem Auftreten der früher in Griechenland nicht beobachteten Arten *Silēne juvenālis* Del. und *Glaucium Serpiēri* Heldr. (letztere überhaupt ſonſt nirgends bekannt) nach der Wiederaufnahme der Silbergruben in Laurion (Attika) die Anerſtehung von ſeit der Römerzeit begraben geweſenen Arten.

4) Halbbürger (Denizens), Pflanzen, welche zwar ſich nach ihrem Vorkommen wie wildwachſende verhalten, deren Einwanderung ſich auch nicht ſicher nachweiſen läßt, deren Indigenat aber aus irgend einem Grunde verdächtig iſt. Zu dieſen Halbbürgern gehören z. B. in Norddeutſchland *Vinca minor* L.

an den meisten Fundorten, *Artemisia absinthium* L. und *Aristolochia clematitis* L., weil die Kultur der ersteren als Zier-, der beiden anderen als Arzneipflanzen sich weit zurück verfolgen läßt und alle drei sehr leicht verwildern. §. 321.

Noch bedeutender aber als der direkte Einfluß des Menschen ist von altersher der indirekte gewesen, indem durch die von der Kultur bewirkten Veränderungen im Formationsbestande die Bedingungen des Pflanzenvorkommens gründlichst umgestaltet wurden. Die ursprünglich mit dichtem Walde bedeckten Landschaften Nordamerikas, Europas und Ostasiens sind jetzt auf weite Strecken von Wald entblößt und bieten nur noch für Acker- bezw. Wiesenpflanzen geeignete Standorte, eine Veränderung, die wir im kleineren Maßstabe noch täglich vor sich gehen sehen (vergl. S. 744, §. 310). In anderen Fällen hat das Eingreifen des Menschen, wenn auch nicht die Vernichtung, doch die Umgestaltung des Waldbestandes zur Folge, z. B. die Umwandlung der Buchen- in Kiefernwälder, wodurch natürlich auch die übrige Vegetation derselben betroffen wird. Aehnliche Umgestaltungen sehen wir bei uns durch die Kultur der Moore, Ent- und Bewässerungsanlagen vor sich gehen, wodurch besonders die Relikten der Glacialzeit (vergl. S. 789) in ihrer Fortexistenz bedroht sind. Durch die Zerstörung der Wälder ist, wie sich im Mittelmeergebiet, in Ostasien und vielfach in den Tropen nachweisen läßt, das Klima trockener und excessiver geworden. In China wurde dadurch, nach v. Richthofen, das Fortschreiten der Steppe begünstigt. Die künstliche Bewässerung, wie sie in allen Kulturlandschaften der Xerophytengebiete stattfindet, hat eine völlige Verödung der sonst durch den natürlichen Abfluß getränkten Gebiete zur Folge, die dann schließlich den Bestand der Kultur-Oasen bedrohen kann.

Besondere Erwähnung verdienen noch die eingreifenden Veränderungen, welche durch die Viehzucht in der Vegetation hervorgerufen werden. Die waldverwüstende Wirkung des Weideganges, namentlich der Schafe und Ziegen, im Mittelmeergebiete ist allgemein bekannt. Auf St. Helena wurde nahezu der ganze ursprüngliche Waldbestand, worunter vermuthlich manche endemische, der Wissenschaft auf diese Art verloren gegangene Formen, durch die dort eingeführten Ziegen vernichtet (das Vertilgungswerk wurde schließlich durch die Einführung europäischer und australischer Gehölze, die die einheimischen überwucherten, vollendet). Selbst die krautartigen Gewächse, welche dem weidenden Viehe zur Nahrung dienen, können durch übertriebene Ausnutzung vernichtet werden, wogegen giftige oder doch dem Viehe widerwärtige Gewächse, welche dasselbe nicht berührt, die Oberhand gewinnen. So sah Verfasser in Thüringen von Schafen beweidete Hügel ganz von *Adonis vernalis* L. und *Euphorbia cyparissias* L. überwuchert. Rehmann bemerkte in den südrussischen Steppen, daß in schonungslos abgeweideten Strecken in ähnlicher Weise der Nachwuchs unterblieb, wie anderwärts in devastirten Wäldern. Die „Midlands" der Kapkolonie waren nach Shaw vor einem halben Jahrhundert eine grasreiche, mit Bäumen und Sträuchern reich geschmückte Landschaft. Seit der Einführung der Schafzucht wurden zuerst die Grasnarbe, dann die Holzgewächse zerstört; die Regenfälle nahmen ab und schließlich gewannen die harten Kompositen der benachbarten Karroo, namentlich *Chrysocoma spec.*, *Pentzia spec.* und *Elytropappus rhinocerotis* (L. fil.) Less. neben den schon früher vorhandenen aber damals nicht so individuenreichen giftigen *Gomphocarpus*-Arten die Oberhand. Die erwähnte *Chrysocoma* muß jetzt den Schafen, die sie anfangs verschmähten, zur Nahrung dienen. Auch *Xanthium spinosum* L. (siehe oben S. 792) hat sich auf den Schafstriften Südafrikas ausgebreitet. Eine ähnliche Rolle als die Karroo-Kompositen in Südafrika hat in Neuseeland nach Travers *Cassinia leptophylla* (Forst.) R. Br. gespielt.

Literatur: Alph. De Candolle, Géogr. bot. rais. pag. 607—804. — Watson, Cybele Britannica. 4 Bde. London 1847—1859. — Derselbe, Compendium of the Cybele Britannica. London 1870. — J. B. Kreuzpointner, Notizen zur Flora Münchens. Flora 1876. S. 77 ff. — Eug. Gandefroy und Edmond Mouillefarine, Note sur les plantes méridionales observées aux environs de Paris. (Florula obsidionalis). Bull. Soc. bot. France. 1871. Compte rendu. pag. 246 sq (vgl. auch die Mitth. von J. Urban über diese und ähnliche Arbeiten von Paillot und Bendrely, Nouel, de Bibraye und Franchet in Sitzber. naturf. Fr. Berlin 1873. S. 77 ff. Botan. Zeit. 1873. Sp. 678 ff.). — Ueber eingeführte Pflanzen eines bestimmten Gebietes: P. Ascherson, Die verwilderten

Pflanzen in der Mark Brandenburg. Zeitſchr. geſ. Naturw. III. Bd. Halle 1854. S. 422 f. — R. Büttner, Flora advena Marchica. Verh. bot. Verein Brandenb. XXV. Jahrg. 1883. S. 1 ff. — A. Braun, Chamomilla discoidea Gay, eine neue Wanderpflanze in Deutſchland. Botan. Zeit. 1852. Sp. 649 ff. — E. Ihne, Studien zur Pflanzengeographie (Geſchichte der Einwanderung von Elodea canadensis). 18. Bericht der Oberheſſ. Geſ. f. Natur- und Heilk. Gießen 1879. S. 66 ff. — Reiſſek und Ihne, vergl. oben S. 774. — C. Berg, Enumeracion de las Plantas Européas que se hallan como silvestres en la Provincia de Buenos Aires y en Patagonia. Anal. Soc. Cienc. Argentina. Buenos Aires 1877. — Rich. Schomburgk, On the naturalized Weeds and other Plants in South-Australia. Adelaide 1879. — J. Kirk, On the Naturalized Plants of Port Nicholson and the adjacent District Trans. Proc. New-Zealand Institute. Vol. X. 1877 p. 372 sq. — Ch. Tes Moulins, Documents relatifs à la naturalisation en France du Panicum Digitaria. Act. Soc. Linn. Bordeaux. XV. 1848. — A. Gray, Weeds. Americ. Journ. of Science and Arts XVII. Sept. 1879. Gard. Chronicle 1879. XII. pag. 423 sq. — O. Heer, Die Pflanzen der Pfahlbauten. Züricher Neujahrsblatt 1866. — Th. v. Heldreich, Glaucium Serpieri Heldr. Gartenflora. 1873. S. 323 ff. — Shaw, On the change going on in the vegetation of South-Africa through the introduction of the Merino Sheep. Journ. Linn. Soc. XIV. 1874. pag. 202 sq. — Travers, On the spread of Cassinia leptophylla. Trans. New-Zealand Instit. VI. 1873.74. pag. 248 sq.

E. Verbreitung der ſyſtematiſchen Gruppen.

§. 322. Die Wohnbezirke der Gattungen bieten vielfache Analogien mit den S. 769 ff. §. 317. beſprochenen der Arten. Selbſtverſtändlich ſind ſie in der Regel viel ausgedehnter, da nur ausnahmsweiſe eine Art das ganze Areal der Gattung bewohnt. Um bei einem a. a. O. gewählten Beiſpiele zu bleiben, ſo bewohnt zwar *Circaea alpina* L. den größten Theil des Wohnbezirks der Gattung, in Europa und Vorderaſien reicht aber *C. lutetiana* L. beträchtlich weiter nach Süden. Da die Grenzen der Gattungsareale ſomit in der Regel von verſchiedenen Arten gebildet werden, ſind ſie ſelten ſo regelmäßig als die der Arten. Getrennte Areale und ſolche, die einen großen Theil der Erdoberfläche umfaſſen (kosmopolitiſche[1]), ſind bei den Gattungen, deren Entſtehung ja häufig in eine frühere geologiſche Periode hinaufreicht, ungleich häufiger als bei den Arten, obwohl auch die Mehrzahl der Gattungen zuſammenhängende Areale bewohnen und für jede natürliche Gattung Einheit der Abſtammung, alſo auch des Urſprungsorts, anzunehmen iſt. So bewohnt *Eucalyptus* faſt ausſchließlich Auſtralien, *Protea* Südafrika (nördlich bis Abyſſinien), *Colletia* Südamerika, *Reseda* findet ſich nur in der Alten, *Rudbeckia* nur in der Neuen Welt, nördlich vom Aequator.

Dagegen ſind ungemein zahlreiche Gattungen, wie z. B. *Smilax*, *Indigofera*, *Acacia* den wärmeren Erdſtrecken, und ebenſo zahlreiche, wie *Lilium*, *Viola*, *Acer*, *Primula*, *Avena* der nördlichen gemäßigten Zone beider Kontinente eigenthümlich. *Erica* gehört der nördlichen und ſüdlichen gemäßigten Zone der Alten, *Oenothera* denen der Neuen Welt an; *Fagus* beiden gemäßigten Zonen auf der öſtlichen und weſtlichen Hemiſphäre. *Pinus* (und nahezu *Quercus*) finden ſich nur auf der nördlichen, *Araucaria* nur auf der ſüdlichen Hemiſphäre. Kosmopolitiſche Gattungen ſind z. B. *Carex*, *Potamogeton*, *Ranunculus*, *Senecio*.

Die Vertheilung der Arten innerhalb des Gattungsareals pflegt ebenſowenig gleichmäßig zu ſein wie die der Standorte innerhalb derjenigen einer Art. So bewohnt die Gattung *Oxalis* den größten Theil der Erde, indes nur in Südafrika und Südamerika finden ſich zahlreiche ſehr lokale Arten, während auf der nördlichen Hemiſphäre *O. acetosella* L. und die vielfach verſchleppte *O. stricta* L. ſehr große Flächen und *O. corniculata* L., wenn auch wohl nicht überall urſprünglich, faſt das ganze Gebiet der Gattung bewohnt. Häufig finden ſich auch neben compacten, artenreichen Hauptbezirken zerſtreute Vorpoſten. So bewohnt der größte Theil der *Pelargonium*-Arten Südafrika; einzelne Arten finden ſich in Abyſſinien, eine (*P. Endlicherianum* Fenzl) in Syrien und Kleinaſien und einige in Auſtralien. Es giebt ferner manche tropiſche Gattungen, wie *Panicum*, *Andropogon*, *Croton*, *Solanum*, die mehr oder minder zahlreiche Arten bis in

1) Κόσμος Welt, πολίτης Bürger.

die Mikrothermen-Gebiete hinein besitzen. Einzelne nicht ganz artenarme Gattungen von sehr beschränktem Areale finden sich auf oceanischen Inseln, so die Kompositengattungen *Scalesia* (8 Arten) auf den Galapagos und *Robinsonia* (7 Arten) auf Juan Fernandez, die 12 Arten der Labiatengattung *Phyllostegia* nur auf den Hawai-Inseln. §. 322.

Was die monotypischen Gattungen betrifft, so sind die meisten allerdings sehr lokal, wie z. B. *Welwitschia* (westliches Südafrika); es giebt aber auch manche weit verbreitete, wie *Linnaea* (arktisches und nördliches Waldgebiet beider Kontinente), *Pemphis* (tropische Küsten der Alten Welt).

Ein ähnliches Verhältniß, wie zwischen den Wohnbezirken der Arten und Gattungen, findet zwischen denen der Gattungen und der Familien statt. Da die Wohnbezirke derselben noch ungleich ausgedehnter als die der Gattungen sind, so besitzt nur eine kleine Minderzahl einen beschränkten bezw. zusammenhängenden Wohnbezirk, wie die *Chloenaceae* (Madagaskar), *Penaeaceae* und *Bruniaceae* (Südafrika), *Tremandraceae* (Australien), *Vochysiaceae* (tropisches Südamerika). Die große Mehrzahl bewohnt einen großen oder den größten Theil der Erdoberfläche, aber nur wenige sind kosmopolitisch in dem Sinne, daß sie auf der ganzen Erde einen annähernd gleichen Procentsatz der Vegetation bilden, wie *Gramineae*, *Compositae*, welche, entsprechend der allgemeinen Vertheilung der Arten, in den wärmeren Erdstrichen gegen die kühleren an Artenzahl abnehmen. Viele andere sind zwar auf der Erde fast überall vorhanden, sind aber in einem oder mehreren bestimmten Bezirken überwiegend verbreitet, wie *Araceae*, *Orchidaceae*, *Malvaceae*, *Lythraceae* und *Solanaceae*, die, überwiegend tropisch und subtropisch, in den gemäßigten Zonen nur schwach vertreten sind. Doch erreichen die *Orchidaceae*, welche im eigentlichen Sahara-Gebiete zu fehlen scheinen (eine *Ophrys*-Art ist neuerdings bei Tripolis gefunden; in Egypten ist die Familie gar nicht vertreten), das arktische Gebiet. Die *Caryophyllaceae* und *Campanulaceae* erreichen ihr Maximum in den Mesothermen-, Labiaten in Mesothermen- und Xerophyten-, Ranunculaceen in den Mikrothermen-Gebieten, Cyperaceen wenigstens relativ im Hekistothermen-Gebiete. Ein Beispiel einer Familie mit einem oder mehreren compacten Hauptgebieten und vereinzelten Außenposten bieten die *Epacridaceae* in Australien mit einzelnen Ausstrahlungen nach den Sunda-Inseln, Hinterindien und Südamerika und die ganz ähnlich verbreiteten, außerdem aber noch in Südafrika seßhaften *Restiaceae*, ferner die *Selaginaceae* in Südafrika (eine Art in Abyssinien), an die sich die in der nördlichen gemäßigten Zone der Alten Welt vorkommenden Gattungen *Globularia* und *Gymnandra* anschließen. Die charakteristischen Familien der einzelnen klimatischen Regionen sind oben (S. 784 ff., §. 319.) genannt, die der natürlichen Florengebiete werden unten §. 323. erwähnt werden. Hier wäre nur noch zu bemerken, daß von namhafteren Gruppen die folgenden ganz oder fast ausschließlich der Neuen Welt angehören: Agaveen, Bromeliaceen, Sarraceniaceen, Marcgraviaceen, Bochysiaceen, Cacteen (nur *Rhipsalis cassytha* Gaertn. in Afrika und Indien, ob wirklich ursprünglich einheimisch?), Loasaceen (nur *Kissenia* R. Br. in Südafrika und Arabien), Hydrophylleen, Gesnereen, Calycereen; der Alten Welt (incl. Polynesien): Restiaceen (s. oben), Pandanaceen, Casuarineen, Nepenthaceen, Frankeniaceen, Tamariscaceen, Dipterocarpeen, Pittosporaceen; speciell Australien: Tremandraceen, Epacridaceen (s. oben), Myoporeen, Stylidiaceen, Goodenoughiaceen.

Was die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs betrifft, so nehmen die niederen Kryptogamen (Zellenpflanzen), wenigstens relativ, vom Aequator nach den Polen zu; namentlich selten sind sie in den Xerophyten-Gebieten. So traf Verfasser im Nilthal Oberegyptens und der libyschen Wüste nur 6 Moose und keine Flechte an (welche letzteren auch ein lichenologischer Specialist, Larbalestier, auf der Nilfahrt von Kairo nach den Nilkatarakten nicht bemerkte). Die Kormophyten (Gefäßkryptogamen) sind dagegen innerhalb der Tropen am zahlreichsten, in den Xerophyten-Gebieten ebenfalls selten. Die Dikotylodonen sind in den Tropen relativ (und natürlich auch absolut) am zahlreichsten; ebenso nimmt auffälliger Weise ihre Verhältnißzahl in der alpinen Region zu, während sie in der arktischen Flora ge-

ringer ist. Im allgemeinen wächst die Verhältnißzahl der Monokotyledonen mit der zunehmenden Feuchtigkeit.

Literatur: J. F. Schouw, Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. Berlin 1823. — Alph. De Candolle, Géogr. botan. rais. pag. 1126—1162.

F. Uebersicht der Vegetationsgebiete (natürlichen Florengebiete) der Erde. (Vergl. Karte Fig. 665.)

§. 323. Die Eintheilung der Erde in natürliche Florengebiete ergiebt sich aus einer kombinirten Berücksichtigung der in §§. 318 und 319. erörterten klimatischen und der im §. 320. besprochenen geologischen Bedingungen. Die S. 784 ff. erwähnte klimatologisch-physiologische Eintheilung führt noch nicht zu natürlichen Florengebieten, weil zwischen den entfernten Gebieten ähnlicher klimatischer Bedingungen, z. B. Mittelmeergebiet und Kapland, wohl Analogien der Arten in Bau und Tracht, aber nur sehr entfernte verwandtschaftliche Beziehungen bestehen. Letztere verbinden dagegen häufig benachbarte Gebiete sehr unähnlicher Klimate, z. B. das mikrotherme Mitteleuropa mit dem mesothermen Mittelmeergebiete. Die Grenzen der natürlichen Florengebiete liegen daher, wie Grisebach sagt, „da, wo das Klima der Mehrzahl der einheimischen Pflanzen eine Schranke setzt, oder wo ein weites Meer oder andere mechanische Hindernisse ihrer Ausbreitung entgegentreten. Die natürlichen Floren sind um so schärfer bestimmt, je weniger eine Vermischung ihrer Erzeugnisse durch Wanderungen möglich war.“ Da nun scharfe Grenzen nur in den S. 786 erwähnten Fällen existiren, vielmehr die allmählichen Uebergänge die Regel sind, so ist die Abgrenzung immerhin vielfach schwierig und zweifelhaft, und dabei wohl mehr als auf die Zahl der dem fraglichen Gebiete eigenthümlichen (endemischen) Arten Gewicht auf ihr charakteristisches Gepräge und auf die Rolle zu legen, die sie für die Bestimmung der landschaftlichen Physiognomie spielen. Die Eintheilung Grisebach's scheint dem Verfasser diesen Anforderungen am meisten zu entsprechen. Wir werden daher eine gedrängte Uebersicht der von diesem Forscher unterschiedenen Gebiete geben, und der kurzen Charakteristik der Angabe etwa das Gebiet eigenthümlicher wichtiger Nutzpflanzen hinzufügen, sowie die wichtigsten sie betreffenden Florenwerke anführen.

Literatur über die gesammten Vegetationsgebiete: J. F. Schouw, vergl. oben S. 797. — A. Grisebach, vergl. oben S. 787. — A. Engler, vergl. oben S. 791. II. Theil. S. 326—347.

1) Arktische Flora.

Das Gebiet derselben umfaßt außer den arktischen Inselgruppen den nördlichsten Theil von Asien und Nordamerika, sowie den nordöstlichsten von Europa, außerhalb der Baumgrenze (welche im Taimyrlande Sibiriens bis $71\frac{1}{2}^0$ n. Br. aufsteigt und an der Hudsonbai bis 55^0 herabsinkt) und fällt mit dem S. 786 aufgeführten der Hekistothermen zusammen. Der dort gegebenen Charakteristik wäre noch folgendes hinzuzufügen: Die Schneegrenze verläuft viel unregelmäßiger als in niederen Breiten. Während vielfach Schneefelder und Gletscher bis zur Meeresfläche herabsteigen, fand Payer in 2270 m (70.0′) Höhe noch üppige Moosrasen. Unter den Vegetationsformen sind besonders Kleinsträucher mit dicht gedrängten nadelartigen Blättern, namentlich einige Ericaceen (*Andromeda hypnoides* L., *tetragona* L., *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv., *Menziesia coerulea* (L.) Sm. charakteristisch, sowie die nahe verwandte *Diapensia lapponica* L., die wie die (als seltene Ausnahme) einjährige *Koenigia islandica* L. außerhalb der arktischen Flora nur sparsam vorkommt. Erwähnung verdienen noch die größeren Holzgewächse mit liegendem Stamm; so fand v. Baer auf Nowaja Semlja *Salix lanata* L. mit 3—4 m langem unterirdischen Stamme, dessen Zweige sich nur 15 cm über dem Boden erheben. Unter den Formationen bedeckt die Tundra den größten Theil des Gebietes; auf dem feuchten Diluvialboden Sibiriens meist Moos-, auf dem trockenen Felsboden Nordamerikas meist Flechten- (*Cladonia*, *Cetraria*) Tundra; grasige Wiesen und krautreiche Matten finden sich besonders in den geschützten Flußthälern des Festlandes (auch nach

Scoresby und Pansch in Ostgrönland), und bieten, nebst den auch unter dem Schnee lange sich erhaltenden Fleischfrüchten (*Vaccinium*, *Empetrum*, *Rubus arcticus* L. und *R. chamaemorus* L.), die auch den Menschen wohlschmeckende Nahrung liefern, wilden und Hausthieren die einzige Existenzquelle. §. 323.

Von den 700 Arten (hier wie in den folgenden Abschnitten sind stets nur die Gefäßpflanzen in Betracht gezogen), die Grisebach (allerdings mit Einschluß von Island), im Gebiete rechnet, sind nur etwa 300 charakteristisch und von diesen nur 20 endemisch. 85 sind nach Hooker rings um den Pol verbreitet; auffällig ist, daß die Flora Grönlands mehr mit Europa-Sibirien als mit dem übrigen Nordamerika übereinstimmt, vielleicht durch den Gang der Strömungen zu erklären, welche ja auch das sibirische Treibholz an diese Küsten führen.

Literatur: J. D. Hooker, vergl. S. 791. Zweite Deutsche Nordpolfahrt. II. Bd. Bremen 1874. S. 1—137. Botanik. Von Pansch, Buchenau, Focke, K. Müller, Körber, Zeller, Bonorden, Fuckel, G. Kraus.

2) Waldgebiet des östlichen Kontinentes.

Es umfaßt Mittel- und den größten Theil von Nordeuropa (mit Einschluß von Island), sowie Nordasien; die Südgrenze verläuft über die kantabrischen Gebirge, die Pyrenäen, Cevennen, die Alpen, den Balkan, den Altai und schließt im Osten noch das Flußgebiet des Amur ein. Es entspricht dem Mikrothermen-Gebiete der östlichen Hemisphäre; in den Gebirgen, welche sich über die Baumgrenze erheben, ist eine Hekistothermen-Vegetation entwickelt. Von den Waldbäumen sind nur die Kiefer (*Pinus silvestris* L.), die Eberesche (*Sorbus aucuparia* L.) und die Traubenkirsche (*Prunus padus* L.) über das ganze Gebiet verbreitet. Nach der Verbreitung der wichtigsten Waldbäume lassen sich folgende Unterabtheilungen unterscheiden: 1) Kamtschatka, dessen Seeklima sich durch einen gemischten Wald und üppige Wiesen- und Staudenvegetation charakterisirt, typische Art *Betula Ermani* Cham. 2) Amurgebiet, Parklandschaft mit Wäldern von *Quercus mongolica* Fisch. 3) Gebiet der sibirischen Nadelhölzer, Sibirien und das nordöstliche europäische Rußland umfassend: Charakterbäume die Fichte (*Picea obovata* Ledeb.), die Tanne (*Abies sibirica* Ledeb.), die Lärche (*Larix sibirica* Ledeb.), denen sich noch die in Mitteleuropa, in den Alpen und Karpaten wieder auftretende Arve (*Pinus cembra* L.) beigesellt. 4) Gebiet der Stiel-Eiche (*Quercus pedunculata* Ehrh., vergl. S. 781, §. 318), umfaßt den größten Theil der größeren Südhälfte von Skandinavien und das mittlere europäische Rußland; am Ural erreichen von europäischen Waldbäumen auch noch die Schwarzerle (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), die deutsche Birke (*Betula alba* L. ex p. = *verrucosa* Ehrh.), die europäischen Ulmen- und Ahorn-Arten, die kleinblättrige Linde (*Tilia parvifolia* Ehrh.), Apfel- und Birnbaum, die Süßkirsche (*Prunus avium* L.) und die Esche (*Fraxinus excelsior* L.) ihre Grenzen. Der übrigbleibende Theil Westeuropas wird durch das Vorkommen der Buche (vergl. S. 781, §. 318.) charakterisirt, der sich auch die Stein-Eiche (*Quercus sessiliflora* Sm.), die Weißbuche (*Carpinus betulus* L.) und die großblättrige Linde (*Tilia grandifolia* Ehrh.) anschließen. Das Gebiet der Buche zerfällt in drei Unterabtheilungen, von denen die erste mit noch ziemlich kontinentalem Klima die unteren Donauländer von Niederösterreich an umfaßt (mit Ausschluß der dem Steppengebiete angehörigen ungarischen Tiefebene (Alföld), die zweite mit gemischtem Klima, die Dauphiné, Schweiz, den größten Theil von Deutschland, Galizien und Polen, die dritte mit entschiedenem Seeklima den größten Theil Frankreichs, die britischen Inseln, die Niederlande und das nordwestliche Deutschland, abgegrenzt etwa durch die Vegetationslinie der Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.), des bemerkenswerthesten Vertreters der immergrünen Laubhölzer im Gebiete). Grisebach charakterisirt die erste (ungarische) Provinz durch das Vorkommen der Zerr-Eiche (*Quercus cerris* L.), die allerdings in Südeuropa verbreitet, auch am Golf von Biscaya das Waldgebiet erreicht; minder zutreffend wird die zweite (deutsche) durch die Edeltanne, die dritte (französische) durch die Kastanie bezeichnet. Statt der zu Mißverständnissen Anlaß gebenden ethnographischen Bezeichnung empfehlen sich wohl in Anschluß an die von Kerner

§. 323. vorgeſchlagenen Bezeichnungen die Benennungen **pontiſche, baltiſche** und **atlantiſche** Provinz.

Die Formationen und Regionen Deutſchlands, welche als typiſch für den europäiſchen Theil des Waldgebietes gelten können, ſind in dem Abſchnitte „Topographiſche Vertheilung“ S. 728, §. 302 ff. ausführlich beſprochen. Die Zahl der wildwachſenden Arten ſchätzt Griſebach auf 5500, wovon nur 40 % endemiſche. Von den oſtſibiriſchen Arten kommen 33 % auch in Europa vor; ein Europa faſt eigenthümlicher Typus iſt unſer Heidekraut, *Callūna vulgāris* (L.) Salisb., welches nur vereinzelte Fundorte in Weſt-Sibirien, Nord-Kleinaſien, im weſtlichen Nord-Afrika und (verſchleppt?) in Nord-Amerika beſitzt; in Südeuropa bewohnt es nur Gebirge.

Literatur: C. F. Nyman, Conspectus Florae Europaeae. Oerebro 1878—1882. — W. D. J. Koch, Synopſis der Deutſchen und Schweizer Flora. 2. Aufl. Leipzig 1846. — E. Fries, Summa Vegetabilium Scandinaviae. Upsallae 1846. — Godron u. Grenier, Flore de France. 3 Bde. Paris u. Beſançon 1848—1856. — C. C. Babington, A Manual of British Botany. 7. Ed. London 1874. — C. F. v. Ledebour, Flora Rossica. Stuttgart 1842—1853. (Flora des geſammten Ruſſiſchen Reiches, der Zeit entſprechend mit Einſchluß des nordweſtlichen Nordamerika [jetzt Alaska] und mit Ausſchluß von Turkeſtan und vom Amurgebiet.)

3) Mittelmeer- (Mediterran-) Gebiet,

das weſtliche Meſothermen-Gebiet des öſtlichen Kontinents. Es umfaßt ſämmtliche Küſtenländer des Mittelmeeres mit Ausnahme von Tripolitanien und Egypten, die Südküſte des Schwarzen und Kaſpiſchen Meeres, die ſüdliche Krim, Transkaukaſien, ſowie den größten Theil der Iberiſchen Halbinſel. Es beſitzt im allgemeinen heiße, trockene Sommer und milde, regenreiche Winter, die indes nach Oſten etwas ſtrenger werden. An der Nordküſte iſt Südfrankreich und die Nordſpitze des Adriatiſchen Meeres außer der nördlichen Lage durch die lokalen Nordwinde (Miſtral und Bora) beeinflußt. Die Gebirgsregionen zeigen mikrotherme und darüber hekiſtotherme Vegetation; erſtere charakteriſirt einen großen Theil des Berglandes von Italien und der Haemus-Halbinſel ſowie Nordweſt-Kleinaſien. Die Gebirge des öſtlichen Mittelmeergebietes zeigen Anklänge an die Steppenflora (die dornigen *Astragălus*-Arten, *Acantholimon etc.*), ebenſo auch das Innere der iberiſchen Halbinſel und Nordafrikas. Unter den Vegetationsformen ſind außer den S. 785 erwähnten zu bemerken die beſonders (wie auch die Geniſteen und beſonders die binſenähnliche Spartiumform) in Spanien — Nordafrika vorkommenden *Cistus*-Arten, die durch das ganze Gebiet verbreiteten Nadelhölzer, die Strandkiefer (*Pinus halepēnsis* Mill.) und die rothbeerigen Wachholderarten (*J. oxycĕdrus* L. und *phoenicĕa* L.), die immergrünen Eichen (*Quercus ilex* L. und *coccifĕra* L.) die im weſtlichen Gebiet verbreitete Zwergpalme (*Chamaerops humilis* L.), (die Dattelpalme erſt in hiſtoriſcher Zeit eingeführt und nur an ſehr wenigen Orten, wie Elche in Südſpanien, Bordighera in Ligurien von Bedeutung), die aromatiſchen Labiaten; die zu Flechtarbeiten und beſonders neuerlich als Papierſtoff ſo viel verwendeten Gräſer *Macrochlŏa tenacissĭma* (L.) Kth. (Esparto, Halfa oder Alfa) und *Lygĕum spartum* L. (Albardin), beide im ſüdlichen Gebiete, die hohen Stauden *Asphodĕlus microcārpus* Viv. (*ramōsus* L. zum Theil) und *Ferūla communis* L., ſowie die *Acānthus*-Arten, zahlreiche Zwiebel- und Knollengewächſe (worunter die herbſtblühende Meerzwiebel, *Urgĭnĕa* [*Scilla* L.] *maritima* Baker. Unter den Formationen ſind, wie oben S. 785 bemerkt, die Maquis am meiſten charakteriſtiſch, die im Weſten aus zahlreichen Arten, im Oſten nur aus wenigen (zuletzt bei Konſtantinopel und auf Cypern faſt nur noch *Sanguisōrba* [*Poterium* L.] *spinōsa* Bertol.) beſtehen. Die entwaldeten Berge werden in Griechenland Xirovunla (ξηροβουνιά), die nur im Winter Waſſer führenden Flußbetten, welche gewöhnlich mit Oleander und *Vitex agnus castus* L. (2 tropiſchen Reliften, vergl. S. 789 eingefaßt ſind, Rhevmata (ῥεύματα) und die Zwergſträucher, wie *Thymelaēa hirsūta* (L.) Endl., die genannte *Sanguisōrba* und *Thymus capitātus* (L.) Lk. & Hffmg., welche einen großen Theil der Maquis ausmachen, Frigăna (φρύγανα) genannt, Ausdrücke die auf

das ganze Gebiet Anwendung finden könnten, ebenso die Halipēda, Salzsümpfe §. 323.
am Strande der Küstenebenen. Grisebach rechnet unter 7000 Arten 60 % endemische. Unter den Kulturpflanzen ist neben der wirthschaftlich ebenso wichtigen Weinrebe der Oelbaum (*Olea europaea* L.) die charakteristischste, daher die „région de l'olivier" für das Mittelmeergebiet ebenso bezeichnende Benennung als „région du dattier" für die Sahara; nächstdem die Agrumi (*Citrus medica* Risso, *Limonum* Risso und *Aurantium* Risso), welche erst im Mittelalter sich verbreitet haben und mit den amerikanischen Stachelfeigen (Opuntien) und Agaven heute die Physiognomie des Mittelmeergebietes bestimmen. Erwähnung verdient noch unter den Nutzpflanzen das Pfahlrohr (*Arundo donax* L.), Feige (*Ficus carica* L.), Granatapfel (*Punica granatum* L.), Johannisbrot (*Ceratonia siliqua* L.), Pistazie (*Pistacia vera* L.), Schmack oder Sumach (*Rhus coriaria* L.), Safran (*Crocus sativus* All.), Cardun (*Cynara cardunculus* L.) und die von demselben abstammende Artischocke (*C. scolymus* L.), welche wie wir S. 774 und 793 sahen, in Südamerika eine neue Heimat gefunden hat. Reis, Baumwolle und Zuckerrohr sind nur von geringer Bedeutung.

Literatur: E. Boissier, Flora Orientalis, Bd. I—V, 1. Hälfte. Basileae, Genevae, Lugduni 1867—1882. — F. Ruprecht, Flora Caucasi. Petropoli 1870 (unvollendet). — Th. v. Heldreich, Die Pflanzen der attischen Ebene. (A. Mommsen, die griechischen Jahreszeiten. Heft V.) Schleswig 1877. — A. Bertoloni, Flora Italica. 10 Bde. Bononiae 1837—1854. — F. Parlatore, Flora Italiana. 5 Bde. Firenze 1848—1872 (unvollendet). — G. Arcangeli, Compendio della Flora Italiana. Torino 1882. — Godron u. Grenier siehe oben S. 799. — M. Willkomm u. J. Lange, Prodromus Florae Hispanicae. 3 Bde. Stuttgart 1861—1880. — E. Cosson, Compendium Florae Atlanticae. Vol. I. Paris 1881. — J. Ball, Spicilegium Florae Maroccanae. Journ. Linn. Soc. Bot. Vol. XVI. pag. 281 sq. London 1878.

4) Steppengebiet.

der größte Theil des Xerophytengebietes von Europa und Asien, umfaßt den größten Theil von Südwest- und ganz Central-Asien, sowie in Europa Südrußland, das untere Donaugebiet und das ungarische Tiefland. Es hat heiße, trockene Sommer und (im Südwesten wenigstens relativ) strenge Winter, so daß sich die Vegetationszeit auf die wenigen Frühlingsmonate (im europäischen Theile April — Juni) zusammendrängt, was wohl nebst der unzureichenden Feuchtigkeit die Hauptursache der Baumarmuth des Gebietes ist, welches Wälder nur in den Gebirgen und Flußthälern besitzt, die mit denen des Waldgebietes in den Typen übereinstimmen; charakteristisch für die Flußwälder ist *Populus euphratica* Oliv. (vergl. S. 721, 790). Die Gebirgsregionen sind im Nordosten mikro- und hekisto-, im Südwesten mesotherm. Im Hindukusch zeigen sich schon einige tropisch-indische Formen (z. B. *Dalbergia sissoo* Roxb.). Die Niederschläge nehmen nach Osten rasch ab, so daß vielfach (in der Gobi, auf dem Plateau von Iran, in der Tiefebene von Turan, zwischen Syrien und dem Euphrat) die Landschaft völlig die Beschaffenheit der Wüste annimmt, die z. B. in den großen Salzwüsten Persiens der Sahara an Unwirthlichkeit gleichkommt. Der häufig weite Strecken bedeckende Salzboden erklärt sich durch Verdunstung der abflußlosen Becken. Die spätere Bildung von Abflüssen, die allmähliche Aussüßung des Bodens und die Lößbildung durch den Einfluß der Luftströmungen, wie sie im östlichsten Theile des Steppengebietes in großartigster Weise stattgefunden haben, sind in F. v. Richthofen's epochemachendem Werke „China" geschildert. Unter den Vegetationsformen des Gebietes sind besonders charakteristisch die Dornsträucher wie die oben S. 800 erwähnten dornigen *Astragalus*-Arten (fehlen in der Tiefebene von Turan, für welche dagegen der gegliederte, nicht dornige Chenopodiaceenstrauch *Haloxylon ammodendron* [C. A. Mey.] Bge. [Saksaul]) mit hartem, brüchigem Holz charakteristisch ist), die auf den Hochsteppen Tibets besonders entwickelten *Caragana*-Arten, ferner die meist durch die Gruppe der Calligoneen (*Polygonaceae*) vertretene Spartium-Form, sowie die Halophyten, meist aus der Familie der *Chenopodiaceae* und *Zygophyllaceae*, sowie zahlreiche *Artemisia*- und *Cousinia*-Arten. Unter den Stauden ist die Gattung *Rheum* (Rhabarber) für das Gebiet charakteristisch, ebenso die Gummiharze liefernden riesigen Umbelliferen *Scorodosma foetidum* Bge. (*Ferula asa*

§. 323. *foetida* L.), *Narthex asa foetida* Falc., *Dorema ammoniacum* Don, *Euryangium sumbul* Kaufm. Eine eigenthümliche Erscheinung sind der Steppenläufer (russisch perekatipolje), sehr ästige Kräuter mit zähen, in einander verflochtenen Zweigen, die durch die Herbststürme von der Wurzel losgerissen und in Klumpen geballt umhergetrieben werden (bei uns z. B. der Windsbock, *Rapistrum perenne* [L.] All.). Unter den Steppengräsern die *Stupa*-Arten mit gefiederten Grannen (in Südrußland „thyrsa", in Ungarn árva-leány-haj, Waisenmädchen-Haar genannt). Unter den Formationen bedeckt die mannigfach ausgebildete Steppe (Gras-, Sand-, Lehm-, Salzsteppe) den größten Theil des Gebietes. Auch die Grassteppe besitzt niemals den zusammenhängenden Rasen unserer Wiesen; wo die Gräser (*Festuca ovina* L.) zart und mit kleineren Leguminosen vergesellschaftet sind, bietet sie den Heerden der nomadischen Bevölkerung gute Weide. Die Zahl der Arten wird von Grisebach auf 8000 geschätzt, wovon $^3/_4$ endemische. Die Kultur ist im größten Theile des Gebiets nur durch künstliche Bewässerung möglich; so in den großen Oasen von Chiwa und Buchara und in Mesopotamien, vielleicht dem ältesten Kultursitze des Menschengeschlechts, wo aber die ursprüngliche Wildniß fast ganz wieder in ihre Rechte getreten ist. Die Kulturpflanzen sind im größten Theile des Gebiets die europäisch-mediterranen, von denen manche Obstbäume (wie die Aprikose), Weizen und Gerste, manche Hülsenfrüchte, der Buchweizen hier (oder im östlichen Mittelmeergebiete) einheimisch sein dürften. Auch der Nußbaum (*Juglans regia L.*) und die Kichererbse (*Cicer arietinum* L., span. garbanço), zwei jetzt weit verbreitete Kulturpflanzen haben im Steppen- resp. östl. Mittelmeergebiete ihre Heimat. In den Oasen Turkestans spielen die Cucurbitaceen (wie in Egypten) eine hervorragende Rolle. Im Südwesten gedeiht die Dattelpalme (bis Baghdad und zur Oase Tebbes in Persien, 34° N. Br.). In Südrußland gewährt die sprichwörtliche Fruchtbarkeit der Schwarzerde (Tschornossiom) bei ausreichenden Niederschlägen die reichsten Ernten (Luzerne bis 5, Hanf bis 7 m Höhe!).

Literatur: Boissier, s. oben S. 801. — Regel, Flora turkestanica. I. Moskau 1876. (Wird fortgesetzt.) — Derselbe, Allg. Bemerkungen über die Flora Centralasiens. Acta horti Petrop. VII. 2. 1881. — A. Neilreich, Aufzählung der in Ungarn und Slavonien vorkommenden Gefäßpflanzen. Wien 1867. Nachträge 1870.

5) Chinesisch-Japanisches Gebiet.

das östliche Mesothermen-Gebiet des östlichen Kontinents, umfaßt Japan, die südliche Mandschurei, Nord- und Mittel-China. Die Sommer sind warm bezw. heiß, die Winter in Nord-China und bis zum Amur von wachsender Strenge, in Japan wegen der insularen Lage und des von Süden kommenden „japanischen Golfstromes" (Kuro siwo) milde. Der wichtigste Charakterzug des Klimas sind aber die ungemein reichlichen im Frühsommer, wenn der im Winter herrschende Nordost-Passat (Monsum) in den bis hierher reichenden Südwest-Monsun übergeht, erfolgenden Niederschläge. Diese Sommerregen und die Ueberschwemmungen der großen chinesischen Ströme, die durch ein ausgebildetes Kanalsystem verwerthet werdern, sichern der ungeheuren Bevölkerung ihre Ernährung. Durch die weite Ausdehnung der Bodenkultur ist die ursprüngliche (namentlich Wald-) Vegetation in China noch mehr in die unproduktiven Gebirgsgegenden zurückgedrängt als in Europa, während sie sich in Japan besser erhielt. Stellenweise ist infolge dieser zu intensiven Ausnutzung des Bodens die Steppe weiter vorgedrungen (vergl. §. 321, S. 795). Gebirgsregionen mikrotherm; die Hekistothermen nur schwach vertreten. Unter den Vegetationsformen finden wir (wie unter den Kulturpflanzen) temperirte und tropische Typen (wie in den Südoststaaten Nordamerikas; in beiden Gebieten übereinstimmend mit der Tertiärflora [vergl. §. 320., S. 789]) gemischt: Kiefern neben Bambusen, Veilchen neben Melastomaceen, Kartoffeln neben Zuckerrohr. Neben den besonders zahlreich vorhandenen Coniferen (*Sciadopitys*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Gingko* u. a. dieser Flora eigenthümlich) und sommergrünen Laubhölzern sind die immergrünen reich vertreten, von denen z. B. *Camellia*, *Aucuba*, *Evonymus japonicus* Thunb. und *Pittospórum Tobira* (Thunb.) Ait. bekannte Typen unserer Gewächshäuser und Zimmer geworden sind. Tropische

und subtropiſche Familien, wie *Cycadĕae*, *Magnoliacĕae*, *Ternstroemiacĕae* §. 323.
reichen hier wie in Nordamerika weit in die gemäßigte Zone hinein. Die Holzgewächſe ſind, ebenfalls wie in Nordamerika viel zahlreicher als in Europa; dagegen fehlen die Maquis des Mittelmeergebietes. Daß die ſtrengen Winter Nord-Chinas ꝛc. die meiſten dieſer tropiſchen Typen ausſchließen, iſt ſelbſtverſtändlich. Griſebach ſchätzt die Zahl der Chineſiſch-Japaniſchen Arten auf 6000; aus Japan ſind (nach Franchet und Savatier) jetzt 2743 bekannt. Unter den Kulturpflanzen ſpielt der Theeſtrauch (*Thea viridis* L.) commerciell die erſte Rolle, welcher bisher erſt an wenigen Orten außerhalb des Gebiets, wie in Aſſam mit Erfolg angebaut wurde, obwohl ſein Begleiter, der weiße Maulbeerbaum, mit dem koſtbaren Inſekt, welches er ernährt, ſchon im frühen Mittelalter in Südeuropa eingeführt worden iſt. Unter den Getreidearten verdient der Reis, unter den Obſtbäumen die hier einheimiſchen Agrumi, die im Mittelmeergebiet nicht ſelten eingeführte *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. und *Diospyros kaki* L. fil. Erwähnung, dann die Sago liefernde *Cycas revoluta* Thunb., unter den Hülſenfrüchten die Sojabohne (*Soja hispida* Much.), unter den techniſchen Pflanzen neben Baumwolle und Indigo die Firnißbäume (*Rhus vernicifera* DC. und *Aleurites cordata* (Thunb.) Müll. Arg., (*vernicia* Hassk.), der Talgbaum (*Rhus succedanea* L.), *Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch., eine „holzige Staude", deren Mark das „Reispapier" liefert, *Boehmeria nivea* (L.) Hook. et Arn. Stammpflanze der Ramié oder des „Chinagraſes" und der Papiermaulbeerbaum (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.), der Kampherbaum (*Camphora officinarum* Nees).

Literatur: A. Bunge, Enumeratio plantarum quas in China boreali collegit. Petrop. 1831. — O. Debeaux, Contributions à la Flore de la Chine. Act. Soc. Linn. Bordeaux 1875, 1876, 1879. (Shanghai, Tchéfou, Tientsin). — H. F. Hance (zahlreiche Artikel meiſt in engl. Zeitſchr.). — A. Franchet u. L. Savatier, Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium. 2 Bde. Paris 1875, 1879.

6) Indiſches Monſungebiet

mit hydromegathermer und zum Theil xerophytiſcher Vegetation, umfaßt die beiden indiſchen Halbinſeln, Süd-China, den oſtindiſchen Archipel, Neu-Guinea und die Südſee-Inſeln, mit Ausnahme der Hawai-, Biti- und Norfolk-Inſeln, ſowie Neu-Caledoniens und Neu-Seelands, die als oceaniſche Inſeln (vergl. S. 824) eine ſelbſtändige Stellung haben. Wie in den meiſten Tropenländern wechſeln nach dem Relief des Bodens und der Stellung der Küſten zu den regenbringenden Winden (meiſt dem Südweſt-Monſun) regenarme und regenreiche Gebiete vielfach mit einander. Ein feuchtes Klima zeigen überwiegend die Weſtküſte von Vorderindien (Malabar), ebenſo die großen Sunda-Inſeln, Malakka und namentlich das weſtliche Hinterindien, ſowie die Südabhänge des Himalaya; am öſtlichen Ende der letztern finden wir zu Tſcherra-Pundji in den Chaſia-Bergen die größte Regenhöhe auf der Erde (vergl. S. 783, §. 319.). Spärlichen Regen finden wir dagegen im größeren Theile von Vorderindien, wo wir auf dem Plateau von Dekan ſogar einzelne faſt regenloſe Gebiete antreffen, und der klimatiſche Charakter nach Nordweſten gegen das dem Saharagebiete zuzurechnende Sfind ſich allmählich abſtuft. Trocken iſt auch das Klima von Timor und den benachbarten kleinen Sunda-Inſeln. Im Himalayagebiete wird der Unterſchied zwiſchen Sommer- und Winter-Temperatur ſchon merklich; in dieſem höchſten Gebirge der Erde anſteigend paſſiren wir, wenn wir von der heißen und trockenen Ebene ausgehen, nach einander ſämmtliche klimatiſch-phyſiologiſche Regionen der Erde: Xerophyten, Hydromegathermen, Meſo-, Mikro- und Heliſothermen; bis zu der Mikrothermen-Region reichen auch die Hochgebirge der Sunda-Inſeln; auf denen von Borneo und Neu-Guinea finden wir zugleich Typen der nördlichen und ſüdlichen Meſothermen, immergrüne Eichen neben Epacrideen, und den neuſeeländiſchen *Drimys* und *Daphnobrgon*. Von allen Tropenländern der Erde beſitzt Vorderindien die älteſte und ausgedehnteſte Kultur und hat daher große Veränderungen erlitten, wodurch unzweifelhaft das Klima trockner geworden iſt. Von den Vegetationsformen ſind zu bemerken: 300 Arten Palmen, von denen die

§. 323. Hälfte Lianen (*Calămus Rotang* L. ꝛc.). Die Sunda-Inseln sind eins der beiden palmenreichsten Gebiete der Erde (200 Arten); namentlich verdienen Erwähnung die die trockenen Gebiete vorziehende Palmyra-Palme (*Borāssus flabellifōrmis* L.), die im allgemeinen (wie fast überall in den Tropen) den Küsten folgende Kokos-Palme (*Cocos nucifĕra* L.), welche auf den Südseeinseln das wichtigste Ausfuhrprodukt, die ölhaltige Kopra liefert; die nach der Blüte absterbende Talipot- oder Gebang-Palme (*Corўpha umbraculifĕra* L.), *Arĕca catĕchu* L., deren Frucht (Betel-Nuß) mit den Blättern des Betel-Pfeffers (*Piper Betle* L.) als allgemein verbreitetes Genußmittel (Siri der Malayen) gekaut wird; auf dem Archipel die Sago-Palmen (*Metroxўlon Rumphii* (Willd.) Mart. und *M. sagus* Rottb.). Die undurchdringlichen Unterholz-Dickichte, welche in Vorderindien mit dem zu einem botanischen Kunstausdruck gewordenen Namen Djangel (Jungle) bezeichnet werden, bestehen nicht selten aus Bambusen; in den trocknen Gegenden aus dornigen Gehölzen. Die Pandaneen sind besonders, wie die Cycadeen, auf den Südseeinseln vertreten. Die als Nahrungspflanzen so wichtigen Bananen (*Musa paradisiāca* L., *M. sapientum* L. ꝛc.) sind hier einheimisch, ebenso Baumwolle und die nur in diesem Gebiete kultivirte Djut (Jute) (*Corchōrus capsulāris* L.). An den Küsten finden sich die für die Tropen überhaupt charakteristischen Mangroves aus *Rhizophŏra*, *Avicennia etc.* Unter den meist immergrünen Laubbäumen verdienen Erwähnung die Dipterocarpeen, worunter der Salbaum (*Shorĕa robŭsta* Gaertn. fil.) und der Kampherbaum Borneos (*Dryobalānops camphŏra* Colebr.) die Luftwurzeln treibenden Banyanen (*Ficus religiōsa* L., *bengalĕnsis* L. ꝛc.), der Riesenbaum Rasamala (*Altingĭa excĕlsa* Noronha [*Liquidambar Alt.* Bl.] Java, Assam, 52 m) und der den trockenen Gegenden eigene blattwechselnde Teakbaum (*Tectōna grandis* L. fil.), das beste Schiffbauholz der Erde, die Sandelholzbäume (*Santālum* und *Pterocārpus*). Ferner die schachtelhalmähnlichen Casuarinenbäume; die, wie meist in den Tropen, Inseln und niedrige Bergregionen liebenden Baumfarne; die laubholzähnlichen Nadelhölzer *Podocārpus* und *Dammăra* (letztere nur auf den Inseln), die schmarotzenden Riesenblumen der Rafflesiaceen (Sunda-Inseln, Himalaya). Unter den Formationen verdienen namentlich die Gebirgswälder am Südabhange des Himalaya Erwähnung, wo in der Alten Welt wohl die üppigste Pracht der Tropenflora sich entfaltet, die atmosphärischen Orchideen bis zu der Meereshöhe von 3300 m (ca. 10 000′) aufsteigen, wo in der ewig bewölkten Mesothermen-Region von Sikkim, wo kein Obstbaum und kein Getreide gedeiht, die Prachtblumen der Rhododendren neben immergrünen Eichen prangen, welche beide auch in Java (und letztere in Neu-Guinea) vorkommen, während die nordische *Pinus*-Form fast genau am Aequator, auf der Nordhälfte von Sumatra Halt macht. In den Chasia-Bergen sammelten J. D. Hooker und T. Thomson an einer beschränkten Lokalität (Radius kaum 4 engl. M.) 2000 Arten! Die Gesamtzahl der Arten des Gebietes beträgt nach Grisebach 20 000, wovon nur ein Viertel nicht endemisch. Von anderen Florengebieten hat das Monsungebiet mit dem chinesisch-japanischen die nächsten Beziehungen; ferner mit dem Sudan, mit dem ohne Zweifel früher der Wanderung noch günstigere Landverbindungen bestanden als heute; überraschend geringe mit dem benachbarten Australien, das nur nach Neu-Guinea und den Sunda-Inseln (besonders Timor) einige Vertreter entsendet, wogegen die erwähnten „alt-oceanischen“ Typen auf Borneo, denen sich die neuerdings entdeckten Vertreter der Restiaceen und Centrolepideen in Hinterindien anreihen, Relikten viel früherer Perioden darstellen dürften. Von bisher noch nicht genannten Kultur- und sonstigen Nutzpflanzen erwähnen wir noch: die Gewürze Zimmet (*Cinnamōmum zeylanĭcum* Nees, Ceylon), Pfeffer (*Piper nigrum* L.), Ingwer (*Zingĭber officināle* Rosc.), Kardamomen (*Elettarĭa Cardamōmum* White et Mat. ꝛc.), Muskatnuß (*Myristĭca moschāta* L.), Nelken (*Coryophўllus aromatĭcus* L.), beide letzteren auf den Molukken. Unter den Getreidearten spielt Reis (*Orўza satīva* L.) die Hauptrolle; daneben Weizen, Gerste in den kühlen, *Sorghum*, *Panĭcum frumentacĕum* Roxb., *Eleusine coracāna* (L.) Gaertn. in den heißen Gegenden. Von Fruchtbäumen nennen wir die Mango (*Mangifĕra indica* L.), die Mangostane (*Garcinĭa mangostāna* L.), *Nephelium Li-tchi* Camb. (besonders Hinter-

indien und Süd-China, woher die Früchte neuerdings nach Europa kommen), §. 323.
den Durian (*Durio zibethinus* L.) mit ſtachliger, übelriechender aber wohlſchmeckender Frucht (Sunda-Inſeln), die Evi (*Spondias dulcis* Forst., Südſeeinſeln); von ſonſtigen Nahrungspflanzen die Talka (*Tacca pinnatifida* Forst.), die Tarropflanze (*Colocasia antiquorum* Schott), beide beſonders auf den Südſeeinſeln, eben dort den Brotbaum (*Artocarpus incisa* L.), wogegen *A. integrifolia* L. mehr auf dem Feſtlande; den Mahwabaum (*Bassia latifolia* Roxb.) mit eßbaren Blüten; die Eierpflanze (*Solanum melongena* L., Badindjan), auch in Südeuropa und ſonſt in wärmeren Erdſtrichen verbreitet, die Bohnen *Dolichos lablab* L., *Vigna sinensis* (L.) Endl., *Phaseolus mungo* L., *P. trilobus* Willd. und *P. aconitifolius* Willd., die Cucurbitaceen, von denen unſere Gurken, Melonen und Kürbiſſe wohl aus dieſem Gebiete ſtammen, ebenſo die „Waſchhadergurke" (*Luffa cylindrica* (L.) Roem. Ebenfalls einheimiſch: Zuckerrohr, Seſam, die Färbepflanzen Indigo (*Indigofera tinctoria* L.), Gummigutt (*Garcinia Morella* Desr. u. a.), Curcuma (*Curcuma longa* L.), Henna (*Lawsonia alba* Lmk.) und die Faſerpflanzen *Musa textilis* Nees (Manila-Hanf) und *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. Die Stammpflanze der Gutta-Percha *Dichopsis* (*Isonandra* Hook.) *Gutta* Benth. Der afrikaniſche Kaffeebaum (*Coffea arabica* L.) hat beſonders auf den Sunda-Inſeln eine neue Heimath gefunden und die amerikaniſche Fieberrinde (*Cinchona calisaya* Wedd., *C. Pahudiana* How. und andere) ſind durch die kühne Unternehmung Haßkarl's nach Java und von dort nach den Nilgherries in Südindien, ſowie nach Sikkim verpflanzt worden, wo ihre Kultur bereits von Bedeutung iſt. Auch die jetzt in den Tropen faſt überall kultivirte Yamswurzeln (*Dioscorea sativa* L. und andere Arten, in Amerika Ignamen (ſpr. Injamen) ſowie die Roſenäpfel (*Jambosa vulgaris* DC. und *malaccensis* DC.) ſind im Monſungebiete einheimiſch.

Literatur: J. D. Hooker, The Flora of British India. Vol. I—III. London 1872 bis 1882. (Wird fortgeſetzt.) — F. Miquel, Flora van Nederlandsch Indië. 3 Bde. Amſterdam, Utrecht und Leipzig 1855. Eeerste Bijvoegsel. 1860. — J. L. Stewart und D. Brandis, The Forest Flora of North West and Central-India. London 1874. — S. Kurz, Forest Flora of British Burma. 2 Bde. Calcutta 1877. — L. Pierre, Flore forestière de la Cochinchine. 1.—4. Fasc. Paris 1880—1882. — G. Bentham, Flora Hongkongensis. London 1861. — R. H. C. C. Scheffer, Enumération des plantes de la Nouvelle Guinée. Ann. Jard. bot. Buitenz. Vol. I. 1876. pag. 1 sq., pag. 178 sq.

7) Sahara.

Xerophytengebiet, umfaßt die große nordafrikaniſche Wüſte, im Süden bis etwa zum 16° N. Br., im Norden bis zum kleinen Atlas und zum Mittelmeere (mit Ausſchluß des Plateaus von Barka, mit Einſchluß von Egypten und dem größten Theile von Nubien), ferner den größten Theil Arabiens, die Südküſte von Beludſchiſtan und das Gebiet von Sind und Gudjerat in Nordweſt-Indien. Der größte Theil des Gebietes entbehrt eine Reihe von Jahren (bis auf ſpärliche Thaubildung) hindurch aller Niederſchläge, bis einmal ein ſpärlicher oder reichlicher Regen die ſchlummernden Lebenskeime weckt. Doch hat der nördliche Saum in Tripolitanien, Marmarika und Unteregypten Antheil an den Winterregen des Mittelmeergebietes, der ſüdliche (namentlich die Hochgebirge des Hogarlandes und Tibeſti's, an den Zenithregen des Sudan. Auch die gebirgige arabiſche Wüſte zwiſchen dem Nil und dem Rothen Meere hat ziemlich regelmäßige Winterregen. Die Flora der höheren Gebirge am Rothen Meere (Sinai, Garib, Ferajeh, Soturba ꝛc.) erinnert im Norden mehr an die des Mittelmeer- und Steppengebietes, im Süden an die von Abeſſinien; auch im Hogargebirge iſt das Vorkommen einiger Mediterran-Arten durch die Berichte der Eingeborenen feſtgeſtellt; in Tibeſti dürften, wie in Air, die Gebirgsthäler einige Sudantypen beſitzen. Die Vegetation iſt nur in den einigermaßen regelmäßige Niederſchläge beſitzenden Grenzgebieten, ſowie in den Thalfurchen mit Bodenwaſſer (Wadis) etwas reichlicher (doch an der Nordküſte mit zahlreichen Mittelmeerarten gemiſcht), ſonſt äußerſt dürftig und fehlt in Gebieten, die man auf Hunderte von Quadratmeilen veranſchlagen muß, ganz. Verfaſſer traf ſelbſt zwiſchen den egyptiſchen Oaſen Farafra und Dachel auf drei Tagereiſen (ca. 1 Breitengrad) keine Spur einer Pflanze; der von Rohlfs

§. 323. zwiſchen den Oaſen Audjila und Kufra durchzogene pflanzenleere Serir (Kiesebene) hat faſt die dreifache Ausdehnung. An den Vegetationsformen der Sahara ſind alle Eigenthümlichkeiten der Xerophyten im höchſten Maße ausgebildet. Dornbildung (ſelbſt Gräſer, wie *Aristida pungens* Desf. und *Vilfa spicata* (Vahl) P. B. können mit ihren ſtechenden Blättern empfindlich verwunden!), Succulenz (beſonders auf dem auch hier verbreiteten Salzboden), filzige oder drüſige Behaarung, Kleinheit oder völliges Fehlen der Blätter (die Spartium-Form, z. B. durch *Ephedra alata* Dene., *Calligonum comosum* L'Hér., *Retama Raetam* (Forsk.) Webb (nur im Norden), *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk.) Dene., die ſonſt mit anſehnlichen Laubblättern verſehene Gattung *Cappăris* durch die faſt blattloſe *C. aphylla* Rth. [*Sodada decidua* Forsk.] vertreten) zeichnen die Wüſtenpflanzen aus, die ſelten ein lebhaftes Grün und nicht häufig anſehnliche Blumen beſitzen. Ein raſenförmiger Wuchs iſt für alle charakteriſtiſch, da ſie ſich aus dem ſie ſtets verſchüttenden Flugſande immer wieder hervorarbeiten. Bemerkenswerth ſind die ohne anzuwurzeln vegetirende Erdflechte *Lecanora esculenta* (Pall.) Spr. (Manna einiger Schriftſteller) und die angefeuchtet ihre Samen ausſtreuenden „Roſen von Jericho" (*Anastatica hierochuntica* L. und *Asteriscus pygmaeus* Coss. et Dur.). Unter den verbreiteten Baumtypen ſind nur die Tamariſken (*Tamarix*) mit dem Steppen- und Mediterrangebiete gemeinſam; die Gummiakazien (*Acacia tortilis* Hayne, *A. Seyal* Del. u. a.), die Cappariden (*Maerua crassifolia* Forsk., *Cappăris aphylla* Roth), vor allem aber der Charakterbaum des Gebietes, die Dattelpalme (*Phoenix dactylifera* L.), ſowie die höchſt charakteriſtiſche Koloquinthe (*Citrullus colocynthis* (L.) Schrad.), weiſen in ihren verwandtſchaftlichen Beziehungen auf den Sudan, von dem aus ſich auch einige andere charakteriſtiſche Typen, wie die Dumpalme (*Hyphaene thebaica* (L.) Mart.), der Suak (in Arabien Rak, *Salvadora persica* L., im Steppengebiete, auch in Perſien! fehlend) und die Kranka (in den Nilländern und Arabien Oschar), (*Calotropis procera* (Willd.) R. Br.) nach der Sahara verbreitet haben. Natürlich fehlt es auch nicht an Typen und Arten des Steppengebietes. Beſondere Erwähnung verdienen auch einige nur in der nördlicheren Sahara und im angrenzenden Mittelmeergebiete verbreitete, ſicher als Relikten aus der Tertiärzeit anzuſehende Holzgewächſe, deren Verwandtſchaft auf die tropiſche Zone resp. auf Südafrika hinweiſt; der ſüdmarokkaniſche Oelbaum Argan (*Argania sideroxylon* R. et S.), die Piſtazie (*Pistacia atlantica* Desf.) und der Djedari (*Rhus oxyacanthoides* Dum. Cours.). Unter den Kulturpflanzen iſt (abgeſehen von Egypten, das als uralte Kultur-Oaſe dem Sahara-Gebiete angehört und neben den nordiſchen Getreidearten auch tropiſche, wie Reis und Durra, ferner Zuckerrohr und Baumwolle in reichſter Fülle erzeugt) nur die Dattelpalme von Bedeutung, die einzige, die das Beſtehen der Kultur in den Oaſen ermöglicht, da ſie nicht nur ſelbſt den Wüſtenbewohnern einen anſehnlichen Theil der Nahrung gewährt, ſondern in ihrem Schutze auch ſchwächer organiſirte Gewächſe minder unwirthbarer Himmelsſtriche einigermaßen gedeihen, wie ſchon Plinius treffend hervorhob. Außerhalb des Sahara- (und des ſüdlichen Steppen-) Gebietes gelangt die Dattel nicht recht zur Vollkommenheit, weder im Mittelmeergebiete, noch im Sudan. Charakteriſtiſche Kulturpflanzen ſind ſonſt der Nebeg oder Sſidr (*Zizyphus spina Christi* (L.) Willd.) und die beiden ſchleimigen Gemüſe Bamia (*Abelmoschus esculentus* (L.) Mnch.) und Meluchia (*Corchorus olitorius* L.), alle drei aus dem Sudan ſtammend (die letztere wohl auch im Monſungebiete heimiſch).

Literatur: Coſſon (ſ. oben S. 801). — Derſelbe, u. a. Voyage botanique en Algérie. Ann. des Scienc. nat. Bot. 4. sér. T. IV. pag. 281 sq. (Pflanzenkatalog der algeriſchen Sahara.) — G. Schweinfurth und P. Aſcherſon, Aufzählung ſämmtlicher bekannter Phanerogamen und Gefäßkryptogamen der Nilländer in Schweinfurth, Beitrag zur Flora Aethiopiens. Berlin 1867. S. 253 ff. — P. Aſcherſon, Die aus dem mittleren Nordafrika bekannt gewordenen Pflanzen (in Rohlfs Kufra. Leipzig 1881. S. 386 ff.).

8) Sudan.

Hydromegathermen- und Xerophytengebiet, umfaßt nahezu das ganze tropiſche Afrika, vom Südrande der Sahara (der durch eine Zone von Gummi-Akazien-

wäldern [besonders *Acacia Verek* G. P. R.] vom Senegal bis Nubien begleitet wird) bis zur Südgrenze von Niederguinea (ca. 20° S. Br.) an der West- und Port-Natal an der Ostküste, sowie die bewässerten Küstengebirgslandschaften Südarabiens nebst der in neuester Zeit von Balfour und Schweinfurth botanisch erforschten Insel Sokotra. Das Hydrothermengebiet überwiegt an der Westküste und in dem Aequatorialgürtel (Congobecken), das Xerophytengebiet im Osten und in der Richtung gegen die Sahara einer-, die Kalahari andererseits. In einem großen Theile der centralen Plateaulandschaften besitzen alle Flußläufe einen Saum von Hydrothermenwald (als „Gallerien" von Piaggia und Schweinfurth bezeichnet), während das dazwischen liegende Gebiet den xerophytischen Charakter zeigt, meist als Savanne (arabisch Chala, portugiesisch Campinha) im Sudan weit mehr vorwiegend als im Monsungebiete), bald als lichte Waldung (arabisch Rhaba) von oft dornigen und blattwechselnden Bäumen. In den Regionen der vereinzelten, zum Theil schneebedeckten Hochgebirge (Abessinien, Kilimandjaro, Camerun's) überwiegen die Mesothermen und Xerophyten der Kapflora, doch finden sich (besonders in Abessinien) auch noch manche Typen der Mediterranflora oder selbst identische Arten (in Abessinien z. B. *Juniperus procera* Hochst. und die mediterrane *Erica arborea* L. neben den südafrikanischen Typen *Podocarpus* und *Blaeria*). Da weder Gebirgsketten noch zusammenhängende Urwaldsgürtel, wie im tropischen Amerika, die Wanderung hemmten, so haben sich außer zahlreichen, meist xerophytischen Kräutern manche der charakteristischsten Formen über das ganze Gebiet verbreitet, so die Bambuspalme (*Raphia vinifera* P. B.), der dickstämmige Affenbrotbaum (*Adansonia digitata* L.) (durch ein seit drei Jahrhunderten nicht berichtigtes Mißverständniß des arabischen Namens der Samen (habhab) „Baobab" genannt, der „Elephantenbaum" (*Kigelia pinnata* DC.) mit seinen langgestielten wurstförmigen Früchten, der „Rothwasserbaum" (*Erythrophloeum guineense* Afz.) mit giftiger, zu Gottesurtheilen benutzter Rinde, der Butterbaum (*Butyrospermum Parkii* (R. Br.) Ky.), denen sich noch mehrere auch im Monsungebiete vorkommende, wie die Dulebpalme (*Borassus flabelliformis* L.), siehe oben S. 803 und *Parkia biglobosa* (Willd.) Benth. und der, wie *Tamarindus indica* L., auch noch in Amerika vertretene Seiden-Baumwollenbaum (Silk-cotton-tree, *Eriodendron anfractuosum* DC.) anreihen, auf welchem letzteren die heidnischen Neger Bagirmi's ihre von Nachtigal geschilderten Zufluchtswohnungen errichten. Die Oelpalme (*Elaeis guineensis* Jacq.), die wichtigste Nutzpflanze der Westküste, scheint streng an das Hydrothermengebiet gebunden zu sein und die Ostküste nirgends zu erreichen. Unter den sonstigen Vegetationsformen verdienen noch Erwähnung die ungemein zahlreichen und mannichfaltigen Gramineen, worunter die kameelreiterhohen Savannengräser, der für das alte Egypten so bedeutungsvolle *Cyperus Papyrus* L. (jetzt mit dem Nilpferde und nahezu dem Krokodil aus dem unteren Nilthale verschwunden), die baumartigen und succulenten Liliaceen (*Dracaena*, *Sansevieria*, *Aloë*), die im Osten verbreitete *Musa Ensete* Gmel., die cactusähnlichen (*Euphorbia abyssinica* Räuschel, Kolqual) und gegliederten Wolfsmilcharten (*E. Tirucalli* L., seit alter Zeit nach Indien verpflanzt), das Schwimmholz Ambatsch (*Herminiera Elaphroxylon* G. P. R.), die zahlreichen Combretaceen und *Ficus*-Arten (worunter die in Egypten seit den ältesten Zeiten kultivirte *Ficus Sycomorus* L.); die der nördlichen Ostküste (und theilweise Arabien) angehörigen Weihrauch (*Boswellia*), Balsam und Myrrhe (*Balsamodendron*) liefernden Burseraceen; die succulenten Zwergbäume, aus verschiedenen Familien: *Adenium*, *Pachypodium* (*Apocynaceae*), *Sesamothamnus* (*Sesameae*); *Adenia* (*Passifloraceae*) die der Rafflesien des Monsungebietes verwandte *Hydnora*. Die Artenzahl wird von Grisebach wohl etwas unterschätzt, wenn er dem Sudan noch nicht die halbe Zahl des tropischen Asiens zugestehen will, obwohl sie beim Mangel ausgedehnter Gebirge allerdings wohl erheblich zurückstehen dürfte. Die Kulturpflanzen sind zu einem erheblichen Theile mit dem Monsungebiete gemeinsam, und bei den alten Verbindungen zwischen Ostafrika und Vorderindien dürfte es nicht leicht sein, die ursprüngliche Heimat mancher dieser Arten zu ermitteln, wie der *Sorghum*-Arten oder der *Eleusine coracana* (L.)

§. 323.

§. 323. Gaertn. (s. oben S. 804). Ausschließlich oder überwiegend afrikanisch sind der Teff (*Eragrōstis abyssinĭca* (Jacq.) Lk.), die Negerhirse (*Penicillarĭa sp.*), die schwarzäugige Bohne (*Dolĭchos Lubĭa* Forsk. = *melanophthālmus* DC., auch in Egypten häufig), die Erderbse (*Voandzeia subterranĕa* (L.) Du Petit Thouars. Ebenso ist die tropisch-afrikanische Herkunft bewiesen oder doch sehr wahrscheinlich für die Wassermelone (*Citrŭllus vulgāris* Schrad.), die Kajan-Bohne (Embrevade (*Cajānus flavus* DC.) und *Ricĭnus commūnis* L. (in Egypten schon im Alterthum gebaute Oelpflanze). Auch das Guineagras (*Panĭcum maxĭmum* Jacq.) hat sich neuerdings als Futterpflanze vom tropischen Afrika aus über die Tropen verbreitet; ganz neuerlich auch die Capim de Angola (*Panĭcum spectabile* Nees, ob verschieden von *P. Crus galli* L.?). Von Coffein enthaltenden Genußmitteln besitzt der Sudan die Cola-Nuß (*Cola acuminăta* [P. B.] R. Br.), den Kat (*Catha edūlis* Forsk.) und den Kaffeebaum (*Coffĕa arabĭca* L.), die beiden letzteren wohl frühzeitig nach Südarabien verpflanzt, von wo aus der Kaffee seinen Weltgang als Getränk und tropische Kulturpflanze angetreten hat, auf dem ihm in neuester Zeit eine andere tropisch-afrikanische Art, *C. liberĭca* Hiern, Konkurrenz zu machen beginnt. Erwähnung verdienen auch *Telfairĭa pedāta* Hook. eine Cucurbitacee mit von eigenthümlichem Fasernetz übersponnenen ölhaltigen Samen (Castanhas de Inhambane), die Gewürze Guinea-Pfeffer (*Xylopĭa aethiopĭca* [Dun.] A. Rich.), Malagetta-Pfeffer (*Amōmum Melegŭeta* Rosc.) und Aschanti-Pfeffer (*Piper Clusii* [Miq.] Cas. DC.), die Färbepflanzen Indigo (*Indigofĕra orthocārpa* Berg) und Camwood (*Baphĭa nitĭda* Afz., *Pterocārpus santalinoīdes* L'Hér., *P. tinctorĭus* Welw. u. a.), die Kautschullianen *Landolphĭa owariĕnsis* P. B. und *L. Mannii* Hook. fil. an der West-, *L. Kirkii* Hook. fil. und *L. Petersiāna* (Klotsch.) Hook. fil. an der Ostküste und *L. florida* Benth. an beiden Küsten. Von tropisch-amerikanischen Kulturpflanzen haben sich die Erdnuß (*Arăchis*), spanischer Pfeffer (*Capsĭcum*), *Carĭca Papaya* L., Bataten und Maniok bis in das Herz des schwarzen Kontinentes verbreitet.

Literatur: D. Oliver, Flora of Tropical Africa. Vol. I.—III. London 1868—1877. — W. J. Hooker, Niger Flora. London 1849. — Schweinfurth und Aschersou s. oben S. 806. — A. Richard, Tentamen Florae Abyssinicae. 2 Bde. Paris 1847, 1851. — D. Oliver, The Botany of the Speke and Grant Expedition. Trans. Linn. Soc. London. Vol. XXIX. 1873—1875. — W. Peters, Reise nach Mossambique. Botanik (von F. Klotzsch, A. Garcke u. a. 2. Abtheil. Berlin 1862, 1864. — F. Welwitsch, Apontamentos phyto-geographicos sobre a flora da provincia de Angola etc. Ann. do conselho ultramarino. Lisboa 1858.

9) Kalahari,

Xerophytengebiet, zwischen der Südgrenze des Sudan und der durch den Gariep (Oranje-Rivier) gebildeten Nordgrenze des Kaplandes. Es entspricht in klimatischer und pflanzenphysiognomischer Beziehung dem südlichen, schon spärliche Tropenregen besitzenden Theile der Sahara, sowie dem Grenzgebiete des Sudan, in welchem die Dornwälder und Savannen ausschließlich herrschen. Der größte Theil des Gebietes besitzt unregelmäßige Sommerregen, bis auf die Westküste, wo aus ähnlichen Gründen wie an der von Südamerika, wegen der bis Cabo Frio die Küste bespülenden kalten Strömung, fast völlige Regenlosigkeit herrscht und die Landschaft fast unwirthbarer ist, als die eigentliche „Wüste“ (richtiger Steppe) Kalahari. Unter den Vegetationsformen bemerkenswerth vor allem die jener wüsten Küstenregion eigene *Welwitschia mirabilis* Hook. fil., begleitet von dem succulenten Zwergbaume *Vitis Bainesii* Hook fil.), dann die mit den raffinirtesten Festhaltevorrichtungen versehene Dorn-Akazie (*Acacia detinens* Burch., Wachteen-beetje der holländischen, Stop-a-bit der englischen Ansiedler) und *Copaifĕra Mopāne* Kirk, welche ihre zweipaarig gefiederten Blätter wie die australischen *Eucalўptus* ꝛc. senkrecht stellt, daher fast keinen Schatten bietet, und einige Asclepiadeen mit durststillenden, saftigen Knollen; noch bemerkenswerther die Abwesenheit der Palmen des Sudan und der Gesträuchformationen des Kaplandes. Die für die Umgebungen des Kaps so charakteristischen Proteaceen treten in der Transvaal-Republik noch einmal wieder auf. Die Formationen der Kalahari sind

hauptsächlich Savannen und lichte Wälder, in denen man, wie in der Rhaba Nubiens, mit Wagen fahren kann. Die Kulturpflanzen sind auf den Hochebenen der beiden südafrikanischen Republiken, wo Frost und selbst Schneefall nicht unbekannt sind, die mitteleuropäischen; nur an wenigen Punkten, wo Lücken des Randgebirges (Drakenberge) dem regenbringenden Südost-Passat den Zutritt gestatten, ist der Anbau des Kaffeebaumes und anderer tropischer Kulturpflanzen möglich. §. 323.

10) Kapflora,

an den Küsten Mesothermen-, im Inneren Xerophytengebiet. Trotz des geringen Flächenraumes, der einförmigen geologischen Beschaffenheit und des meist unfruchtbaren Bodens ist dies Gebiet relativ das artenreichste der Erde; es zählt auf 6000 deutschen Quadratmeilen etwa 8000 Arten von Gefäßpflanzen, von denen die meisten natürlich nur ein sehr kleines Areal bewohnen, nur ein geringer Theil die Grenzen des Kaplandes überschreitet (hauptsächlich in den trockenen und hohen Regionen des Sudan verbreitet). Verwandtschaftliche Beziehungen sind mit der Flora Australiens (*Restiacĕae*, *Proteacĕae*) unverkennbar; einige sehr merkwürdige Beziehungen (*Erīca!*) mit dem Mittelmeergebiet. Die klimatischen Bedingungen sind, wie schon angedeutet, sehr mannichfaltig. 1) Im Südwesten (Region der Winterregen, Rehmann; der Heidekräuter, Bolus), herrschen besonders an der Westküste, Winterregen, und nur dort ist der Sitz jener bunten Flora, welche vorzugsweise unsere der Kultur von „Kappflanzen" gewidmeten Kalthäuser ziert: *Pelargonium*, Diosmeen, Thymelacaceen, Penaeaceen, Proteaceen, *Cliffortia* (*Rosacĕae*), *Aspalāthus* (*Genistĕae*), *Erīca*, Bruniaceen, Santalaceen. 2) Im Südosten (Monsungebiet, Rehmann; subtropische Region, Bolus), in der Umgebung der Algoa-Bay, herrschen reichliche Sommerregen und hier ist in den noch heute von Elephanten bewohnten Wäldern die Heimat der subtropischen Formen wie Baumfarn (*Hemitelia*), daneben die monströse *Todĕa barbāra* (L.) Mooro (auch in Australien), Cycadeen, (*Encephalārtos*), *Phoenix reclināta* Jacq., *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spr. (*Richardia africāna* Kth., die „*Calla*" unserer Blumentische), *Strelitzia*. Die öden Hochsteppen des Inneren 3) (Karroowüste, Rehmann; Succulentenregion, Bolus) und 4) (Roggeveld, Rehmann; Compositenregion, Bolus) haben spärliche Sommerregen, wie die Kalahari; ihre Vegetation wird hauptsächlich durch strauchartige *Compositae* charakterisirt. Unter den Vegetationsformen dominiren höchstens mannshohe Sträucher mit zahlreichen meist kleinen Blättern, wie fast alle oben als Bewohner des Südwestens genannten, außerdem noch *Polygāla* und *Muraltia* (*Polygalacĕae*), *Phylica* (*Rhamnacĕae*), *Selaginĕae*, *Anthospērmum* (*Rubiacĕae*), *Elytropāppus* (*Compositae*); einige derselben sind aromatisch (*Diosmĕae*, *Rhus*, die Composite *Tarchonānthus*). Ferner die Succulenten: *Aloë*, *Portulacaria*, *Mesembrianthĕmum*, deren Früchte sich, abgelöst umhertreibend, wie die Jerichorosen (S. 806) verhalten, *Crassulacĕae*, Euphorbien, Stapelien, Zwiebelgewächse, Erdorchideen, Immortellen. Die Bäume meist klein und unansehnlich (Coniferen: *Widdringtonia* und *Podocārpus*). Nur sehr wenige Kulturpflanzen sind einheimisch, wie das Kafferkorn (*Sorghum Caffrōrum* Nees). Dagegen gedeihen die mittel- und südeuropäischen (z. B. die Weinrebe, die ein auch in Europa geschätztes Produkt liefert) in den feuchteren Gegenden sehr gut; die Hochsteppen eignen sich, wie fast die ganze Kalahari, nur zur Viehzucht (vergl. S. 795, §. 321.).

Literatur: W. H. Harvey und W. Sonder, Flora Capensis. Vol. I—III. London 1859—1865. (Unvollendet). — H. Bolus, Distribution of South African Plants. Cape Argus 1878. Gardeners' Chron. 1879, Vol. XI. p. 41 sq. — A. Rehmann, Geo-botaniczne stosanki polupniowy Afryki. (Denkschr. Akad. Krakau. V. 1879. Bergl. Botan. Centralblatt 1880. III. S. 1119 ff.)

11) Australien,

größtentheils Xerophyten-, im Südwesten und Südosten Mesothermen-, im Norden Hydrothermengebiet, umfaßt Neuholland und Tasmanien. Obwohl an

§. 323. der Nordküste tropischer Sommerregen, im Süden Regen zu allen Jahreszeiten, namentlich aber im Winter vorkommen, so beeinflußt doch die Dürre des Inneren (dem die östlichen Gebirge die Feuchtigkeit des Südost-Passates entziehen und das nur im Nordwesten einen regenbringenden Monsun aspirirt) auch das Klima und die Vegetationsverhältnisse der feuchteren Küstenregionen; namentlich zeigen sich im Süden die aus dem Inneren kommenden heißen und trockenen Winde sehr nachtheilig. Die Regen sind im Inneren weniger spärlich als unregelmäßig; jahrelange Dürre wechselt mit rasch vorübergehenden Ueberschwemmungen; die gebirgige und dem großen Ocean nähere Osthälfte ist etwas vor der westlichen begünstigt. Die höheren Regionen der Gebirge, die im feuchten Südosten die größte Höhe erreichen, zeigen „altoceanische", mit Neuseeland und dem südlichsten Amerika übereinstimmende Mikrothermen-Typen. Unter den Vegetationsformen sind besonders charakteristisch die schattenlosen Bäume mit senkrecht gestellten graugrünen steifen Blättern, z. B. die für Australien typische, sehr artenreiche Gattung *Eucalyptus* (gum-tree, neuerdings nach dem Mittelmeergebiete mit Erfolg verpflanzt), von der einzelne Arten an den stets feuchten Flußufern (auch wenn das Wasser, wie im nördlichen Sudan, zur trockenen Zeit nur eine Kette von Lachen bildet — Creeks) Dimensionen erreichen (bis 132 m [400'] und mehr), die mit den Mammuthbäumen Californiens wetteifern. Die Myrtaceen wechseln jährlich einen Theil der Rinde (eine der sprichwörtlichen Seltsamkeiten Australiens). Auch die Australien eigenen blattlosen Akazien stellen ihre verbreiterten Blattstiele senkrecht. Graugrün ist auch das Laub der Proteaceen und der zahlreichen Sträucher, die die charakteristischste Formation, den Scrub, zusammensetzen. Unter den Nadelhölzern zeigen *Frenela* und das im feuchten Tasmanien 33 m (100') Höhe erreichende *Dacrydium Franklinii* Hook. (Huon Pine), Cypressenlaub, nur *Araucaria* und *Phyllocladus* größere Blätter. Die Casuarinenform begegnet auch außer der typischen Gattung *Casuarina* in zahlreichen binsenähnlichen Holzgewächsen, wie *Exocarpus* (*Santalaceae*) mit fleischigem Fruchtstiele, die „Kirsche, die den Stein auswendig trägt". Ferner sind noch zu erwähnen die „Grasbäume" aus der Verwandtschaft der *Liliaceae*, *Xanthorrhoea* (Blackboy) und *Kingia*; Zwiebelgewächse, Restiaceen, Cycadeen (*Macrozamia*) und Immortellen wie im Kaplande. Halophyten, u. a. der Saltbush (*Rhagodia parabolica* R. Br. und zahlreiche *Atriplex*) sind wie die *Mesembrianthemum*- und *Pelargonium*-Arten selten, ebenso auch eigentliche Dornbildung, obwohl die Blattspitzen vieler Scrubgehölze und des Spinifex- oder Porcupine (Stachelschwein-) Grases (*Triodia*) stechend sind. Unter den Formationen sind charakteristisch der „Scrub", jene undurchdringlichen, aus zahlreichen in der Tracht ähnlichen Gehölzen zusammengesetzten Gesträuchformationen, die mit der Wasserlosigkeit weiter Strecken die Reisen im Innern so sehr erschweren. Produktiv sind dagegen die zur Vieh- (besonders Schaf-) Zucht so geeigneten Grasflächen (plains), die stellenweise durch das Auftreten schattenloser Bäume (besonders *Eucalyptus*) in Wälder übergehen. Steppen (oft mit Stechgräsern) und Wüsten bedecken ebenfalls weite Strecken. Schattige Wälder finden sich nur im tropischen Nordosten (Cedar-Wood [*Cedrela*] in Queensland) und im Südosten (Neusüdwales, Victoria), wo der Passat seine Feuchtigkeit den Küstengebirgen zuführt und wo sich stellenweise selbst Baumfarne so zahlreich finden, daß diese Fern-tree-gullies das Reiseziel der Touristen bilden. *Dicksonia antarctica* Labill. findet sich noch auf Tasmanien, wie überhaupt viele tropische Vegetationsformen hier auch den Wendekreis überschreiten (Mangroves und das tropische Seegras, *Halophila ovalis* (R. Br.) Hook. fil. an der Südküste, Palmen, z. B. *Livistona australis* (R. Br.) Mart. in Neusüdwales oder selbst Victoria). Die Zahl der Arten beträgt nach Engler 8414, wovon der größte Theil endemisch. Für die Kleinheit der Areale, wie sie in fast allen Xerophyten-Gebieten sich zeigt, ist es charakteristisch, daß die Flora von Westaustralien kaum 10 % mit dem Südosten gemeinsame Arten hat. Selbst die beiden dort gelegenen Distrikte King George's Sound und Swan-River stimmen weniger überein als die durch die Baß-Straße getrennten Kolonien Tasmanien und Victoria. Die Tropenflora Australiens stimmt natürlich meist mit dem Monsungebiete überein, doch fehlt es auch nicht an afrikanischen Typen (*Adan-*

sonia, *Erythrophloeum*). Noch auffälliger ist die Uebereinstimmung der extra- §. 323.
tropischen Flora mit einzelnen Typen des Steppengebietes (*Nitraria*) oder der Mittelmeerflora (die Seegrasgattung *Posidonia*). Letztere, aus der Tertiärflora bekannt, giebt die Erklärung an die Hand (vergl. S. 788, §. 320.). Equisetaceen und Bambuseen fehlen. Die Eingeborenen Australiens kennen einige Nährpflanzen, worunter eine knollige *Drosera* (Munuru) in Nordaustralien, der Pilz *Mylitta* und die Nardufrucht (*Marsilia salvatrix* Hanst. und andere Arten). Die europäischen Kulturpflanzen sind im Süden, die tropischen im Norden eingeführt, aber der Ackerbau wird wegen der Unsicherheit der Regen stets hinter der Viehzucht zurückstehen.

Literatur: G. Bentham (assisted by Baron Ferd. v. Mueller), Flora Australiensis. 7 Bde. London 1863—1878. — F. v. Müller, Fragmenta Phytographiae Australiae. No. I.—XCIV. Melbourne 1858—1882. (Wird fortgesetzt.)

12) Waldgebiet des westlichen Kontinentes.

Mikrothermen- und im Südosten Mesothermengebiet, umfaßt fast das ganze britische Nordamerika südlich von der Waldgrenze (vergl. S. 798) und die östlichen Vereinigten Staaten. Es entspricht den Gebieten 1) und 5) zusammengenommen, da hier noch weniger eine Grenze zwischen Mikro- und Mesothermengebiet zu ziehen ist. Gebirgsregionen hekisto- resp. im Süden auch mikrotherm; doch ist die arktische Flora hier viel weniger vertreten als auf den Alpen Europas und Asiens. Wie das östliche Waldgebiet, mit dem das westliche in den meisten Typen, wenn auch nur in einer verhältnißmäßig nicht großen Zahl von Arten übereinstimmt, zerfällt auch das westliche in eine Anzahl durch charakteristische Waldbäume bezeichneter klimatischen Unterabtheilungen. 1) Die Zone der weißen Fichte (*Picea alba* [Ait.] Lk.) von der Beringstraße bis Labrador, südlich bis zum 54° N. Br. wo am Saskatschawan das Prairiegebiet erreicht wird, einförmiger Fichtenwald, fast nur an den Flüssen von Pappeln, Weiden, Erlen unterbrochen, sonst auch mit Birken und Lärchen gemischt (welche letztere nicht bis an die Waldgrenze reichen). 2) Pacifisches Waldgebiet westlich von den Felsengebirgen (Rocky mountains), mit nur unmittelbar an der Küste ausgebildetem Seeklima, charakterisirt durch riesenhafte Nadelhölzer (*Picea Menziesii* (Dougl.), Carr., *Tsuga Mertensiana* (Bong.) Carr., *Abies* (*Peucoides* Englm.) *Douglasii* (Sabin.) Lindl., *Pinus ponderosa* Dougl., *Thuja gigantea* Nutt. (Oregon Cedar), eine der deutschen ähnliche Eiche (*Quercus Garryana* Dougl.), die immergrüne *Castanopsis chrysophylla* (Hook.) Alph. DC. Auch unter den Sträuchern einige immergrüne, wie *Arbutus Menziesii* Pursh und der bei uns häufige Ziersstrauch *Berberis* (*Mahonia* Nutt.) *aquifolium* Pursh. 3) Gebiet von Canada und den nordöstlichen Staaten, südlich bis 37° N. Br., im Sommer mehr See-, im Winter mehr Kontinentalklima (vergl. S. 777, §. 318.). Baumformen wie in Europa, aber mannichfaltiger, an den Seen mehr die Nadelhölzer, worunter unser Lebensbaum (*Thuja occidentalis* L.), die Schierlingstanne (Hemlock-fir, *Tsuga canadensis* (L.) Carr.) und die Weymouthskiefer (*Pinus strobus* L.), an der Küste mehr die Laubhölzer vorherrschend; außer den europäischen Formen noch mehrere *Juglans*-Arten und als Vertreter tropischer Familien (aber blattwechselnd) die Magnoliacee *Liriodendron tulipifera* L. (Tulpenbaum) und die Lauracee *Sassafras officinale* Nees. Die prachtvolle Laubfärbung in dem das Klima der Oststaaten bezeichnenden langen und milden Spätherbst (Indian summer) ist ein Hauptreiz der Landschaft in den atlantischen Staaten. 4) Neu-Fundland, Seeklima, mit kümmerlichen Fichten, Lärchen und Birken und moorigen Höhen. 5) Gebiet der Südstaaten, im Klima und den Vegetationsformen an die chinesisch-japanische Flora erinnernd, nur die Niederschläge nicht so regelmäßig, daher auch die Ernten von Reis, Zuckerrohr, Baumwolle nicht so sicher als dort. Unter den Gehölzen Vertreter tropischer Familien: *Magnolia grandiflora* L., *Asimina triloba* (L.) Dun. (*Anonaceae*), *Sabal Palmetto* (Michx.) R. et S. (stammbildend) und die stammlose *S. Adansonii* Guerns. (*Palmae*), *Olea americana* L., *Gordonia Lasianthus* L. (*Ternstroemiaceae*). Ferner eine Bromeliacee (*Tillandsia usneoides* L.), eine Bambusee (*Arundinaria*

§. 323. *macrospērma* Michx.), Mangroves ꝛc. Einen tropischen Typus repräsentirt auch die baumartige Liliacee *Yucca* (auch im Prairiegebiet und in Mexiko, mit eßbaren Blüten). Unter den zahlreichen immergrünen Laubhölzern besonders charakteristisch eine Eiche (*Quercus virens* Ait.). Unter den Nadelhölzern charakterisiren zwei die sehr ausgedehnten unfruchtbaren Strecken, *Taxodium distichum* (L.) Rich. die Küstensümpfe (Cypress swamps) und *Pinus australis* Michx. (Yellow pine) die sandigen Flächen des Binnenlandes (Pine barrens). Südflorida besitzt manche tropische Typen, namentlich zwei Cycadeen (*Zamia integrifolia* L. und *floridāna* Alph. DC.). Das Klima des westlichen Waldgebietes zeichnet sich vor dem europäischen durch reichlichere, aber unregelmäßigere Niederschläge aus, worauf Grisebach das bessere Gedeihen des Mais und das Nichtgedeihen des Weinstockes zurückführt, der in dem trockeneren Californien gute Erträge liefert. (Allerdings war damals das Vorkommen eines thierischen Feindes unserer *Vitis vinifēra* L., der seitdem zum größten Schaden des Weinbaues den Weg nach Europa gefunden hat, der berüchtigten Reblaus [*Phylloxēra vastātrix* Planch.] noch nicht beachtet worden.) Man hat Ersatz für die europäische Rebe in einigen nordamerikanischen *Vitis*-Arten (*V. labrūsca* L. u. *vulpīna* L.) gesucht und gefunden. Sonst sind die Kulturpflanzen meist die mittel- resp. südeuropäischen. Unter den dort einheimischen Nutzpflanzen, welche sich nach Europa verbreitet haben, ist vor allem der Tabak (*Nicotiāna tabācum* L.) (ob auch die jedenfalls auch amerikanische *N. rustica* L.?) zu nennen; ferner die Scharlacherdbeere (*Fragaria virginiāna* Ehrh.), unsere „Akazie" (*Robinia pseudacacia* L.) und die kanadische Pappel (*Populus canadēnsis* Desf. [*moniliféra* Ait.], die einzigen amerikanischen Gehölze, die in Europa als Nutzpflanzen gelten können, und die Unterartischocke (*Helianthus tuberōsus* L.). Der von den Ureinwohnern angebauete „Tuskarora-Reis" (*Zizania aquatica* L. und *Z. palustris* L.) hat in Europa bisher noch keine Erfolge als Kulturpflanze erzielt; es steht dahin, ob die „amerikanische Kronsbeere" (*Vaccinium macrocārpum* Ait.) besser gedeihen wird. Die Zahl der einheimischen Arten (auf einem Flächenraume, der nur etwa die Hälfte des östlichen Waldgebietes beträgt) wird von Grisebach auf 5000 veranschlagt. Von den in den nordöstlichen Staaten einheimischen etwa 2000 überschreitet $^1/_4$ die Rocky mountains nicht, und kaum $^1/_5$ erreicht die Küste des Stillen Oceans. Ueber die Einbürgerung europäischer Pflanzen (260 in den atlantischen Staaten) vergl. S. 794, §. 321. Das Umsichgreifen des „Fußstapfen des weißen Mannes" (*Plantāgo major* L.) ist den Indianern als sinnbildlich für die Verdrängung ihrer Race durch die europäische erschienen.

Literatur: J. Torrey und A. Gray, Flora of North-America. Vol. I. und II. Newyork 1838—1843. — Fortsetzung: A. Gray, Synoptical Flora of North-America. Newyork 1878. — J. Macoun, Catalogue of the Phanerogamous and Cryptogamous Plants of the Dominion of Canada. Belleville, Ontario 1878. — A. Gray, Manual of botany of the Northern United States. V. Ed. Newyork 1867. — A. W. Chapman, Flora of the Southern United States. Newyork 1865.

13) Prairiegebiet.

Xerophytengebiet, reicht vom Mississippi bis zur californischen Sierra Nevada resp. im Süden (mit Einschluß der Halbinsel Californien) bis zum Stillen Ocean und vom 54° N. Br. bis zum nördlichen Wendekreise. Es entspricht dem Steppengebiete wenigstens in den Grundzügen des Klimas, weniger in seinen Vegetationsformen. Im Nordost, in den eigentlichen Prairien, östlich von den Rocky mountains, finden wir strenge Winter und dürre Sommer, die die Vegetationszeit auf wenige Monate einschränken; hier eine ausgedehnte Grassteppe (charakteristisch *Bouteloua* [Gramma-grass] und die bis Mexiko reichende diöcische *Buchlöë dactyloīdes* (Nutt.) Englm. [Buffalo-grass] mit nur wenigen südlichen Typen (namentlich einigen Cacteen und *Yucca* [Spanish Bayonet]). Zwischen den Felsengebirgen und der Sierra Nevada in dem meist abflußlosen, daher oft salzigen Gebiete (Sink region) erstreckt sich eine regen- und pflanzenarme steinige und sandige Region, die im Süden, z. B. im Mohave-Desert vollständig an die Wüsten der Alten Welt erinnert; auch die Vegetation erinnert durch die Chenopodeen (*Atriplex canēscens* James [Grease-wood] und *Sarcobātus*

vermiculātus (Hook.) Torr. [Pulpy thorn], die Compoſite *Tessaria boreālis* §. 323.
Torr. et Gray [Arrow-wood], ſowie die Zygophyllee *Larrĕa mexicāna* Moric. (Creosote bush) und Artemiſien (*Artemisia tridentāta* Nutt. und *A. cana* Pursh [Sagebush]) an aſiatiſch-nordafrikaniſche Typen. Der ſüdliche Theil des Prairiegebietes, der allmählich in die mexikaniſche Flora übergeht, zeigt vom Mexikaniſchen Meerbuſen bis zum Stillen Ocean, da hier die bis Neumexiko ſtreichende Gebirgsachſe des Kontinentes aufhört, bei der Herrſchaft ſpärlicher Sommerregen einen übereinſtimmenden Charakter: Dorngebüſche (Chaparales), namentlich die mit eßbaren Früchten verſehenen Mezquit-Sträucher aus der Gruppe der Mimoſeen (*Prosōpis juliflōra* DC. (*glandulōsa* Torr.) und *pubēscens* Benth., Agaven und immer zahlreichere Cacteen, von denen der Monument-Cactus oder Suwarrow am Rio Gila (*Cerĕus gigantĕus* Englm.) bis 20 m (60′) Höhe erreicht. Die ſüdöſtlichen Grenzgebiete von Texas bilden eine durch die Post-oak-lands, Buſchwälder von immergrünen Eichen (*Quercus virens* Ait. und *Q. stellāta* Wangenh.) charakteriſirte Uebergangszone. Die Felſengebirge, ſoweit ſie in das Gebiet fallen, beſitzen mikrotherme Nadelwälder meiſt vom Typus der Oregonregion und Californiens, zwiſchen der ſehr hoch liegenden Baum- und der Schneegrenze (vergl. S. 777, §. 318.) Hekiſtothermen, die Flußthäler ebenfalls mikrotherme Waldbäume *Populus* (Cotton-wood) und *Junipĕrus virginiāna* L. (Red cedar). Die Zahl der einheimiſchen Arten dürfte etwa 3000 betragen, kaum 1/3 derer des allerdings ausgedehnteren Steppengebietes. Von verwandtſchaftlichen Beziehungen mit entfernten Gebieten erwähnen wir die mit den Xerophytengebieten Südamerikas (*Larrĕa*) zum Mittelmeergebiet (*Lupīnus*, auch in Californien) und Südafrika (*Hermannia*). Unter den einheimiſchen wildwachſenden Nährpflanzen iſt noch zu bemerken die ſonderbare Schmarotzerpflanze *Ammobrōma Sonōrae* Torr. (*Lennoacĕae*).

Literatur: Unter anderen zahlreichen Publikationen über die von der amerikaniſchen Bundesregierung ausgeſandten Expeditionen: G. Engelmann und A. Gray, Plantae Lindheimerianae. Part. I. II. Boſton 1845, 1847. (Boston Journ. of nat. hist.). — A. Gray, Plantae Wrightianae Texano-Neo-Mexicanae. Part. I. II. Waſhington 1852, 1853. (Smithson. Contrib. Vol. III.). — J. Torrey, Botany of the Mexican Boundary. Waſhington 1858. — Porter, C. Thomas und Coulter, Synopsis of the Flora of Colorado. Waſhington 1874. (Dept. of Interior Misc. Public. No. 4). — Rothrock, Report upon U. S. Geogr. Surveys west of the 100 Meridian. (Lieut. Wheeler.) Botany. Waſhington 1878.

14) Californiſches Küſtengebiet,

von der Mündung des Oregon bis zur Spitze des Meerbuſens von Californien, landeinwärts bis zur Sierra Nevada. Meſothermengebiet, entſprechend der Mittelmeerflora, mit trockenem Sommer und im milden Winter mit nach Süden abnehmendem Regen; Regionen mikro- und hekiſtotherm. Unter den Vegetationsformen am bemerkenswertheſten die ſehr zahlreichen (28) Coniferen, von denen die Gattungen *Chamaecypāris* und *Torreya* mit Oſtaſien und den atlantiſchen Staaten, *Libocĕdrus* mit Chile und Neuſeeland gemeinſam ſind. Die Zuckerkiefer (*Pinus Lambertiāna* Dougl.) iſt bis zu den Rocky mountains, die 65 m (200′) hohe *Abies nobĭlis* (Dougl.) Lindl. bis Oregon verbreitet; dagegen iſt die Gattung *Sequoia* Californien eigen; *S. sempervīrens* (Lamb.) Endl. (Redwood), 65—98 m (2—300′) hoch, bewohnt die Küſtenkette, der weltberühmte Mammuthbaum (Big tree) *S. gigantĕa* (Lindl.) Torr. aber den Weſtabhang der mittleren Sierra Nevada; er erreicht 152 m (470′) Höhe und einen Durchmeſſer von 11 m (34′). Unter den immergrünen Laubhölzern ſind eine Lauracee (*Umbellularia californĭca* Nutt.), zwei Eichen (*Quercus agrifolia* Née und *densiflōra* Hook. et Arn). und die Oregon-*Castanōpsis* zu erwähnen. Die immergrünen Sträucher, an Zahl denen des Mittelmeergebiets nachſtehend, bilden beſonders in den ſüdlicheren Strichen Maquis. Nur eine Palme im ſüdlichſten Gebiete: *Washingtonia filifĕra* Wendl. Das fruchtbare Längsthal zwiſchen den beiden mit Nadelwäldern bedeckten Bergketten iſt waldarm (meiſt nur Eichen). Zahl der einheimiſchen Arten 3045. Unter den Beziehungen mit entfernten Florengebieten iſt beſonders die mit ſüdpacifiſchen Florengebieten

§. 323. bemerkenswerth (übereinſtimmend mit der Verbreitung der Seelöwen [*Otaria*]: ſo iſt z. B. *Mimulus luteus* L. die neuerdings in Europa ſo verbreitete Art, ſowohl in Californien als Chile vorhanden; die ebenfalls dort eingebürgerten *Collomia grandiflora* Dougl. (Californien) und *C. Cavanillesii* Hook. et Arn. (Chile) ſind Beiſpiele derſelben Verwandtſchaft; vergl. auch die oben erwähnte *Libocedrus*).

Literatur: Geological Survey of California. Botany. Von W. H. Brewer, Serene Watſon und Aſa Gray. 2 Vol. Cambridge Maſſ. 1880.

15) Mexikaniſches Gebiet.

Xerophyten und Hydrothermengebiet: umfaßt Mexiko ſüdlich vom Wendekreiſe (außer Yucatan), ſowie die pacifiſche Seite von Mittelamerika bis zum Iſthmus von Panama. Die Einwohner unterſcheiden eine heiße, gemäßigte und kalte Region (tierra caliente, templada, fria), von denen übrigens die letztere das Klima der gemäßigten Zone (meſotherm) beſitzt, während gerade in der feuchten „tierra templada“ (975—1950 m (3—6000′) ſich die Hydrothermen-Vegetation zur vollſten Ueppigkeit entfaltet. Es iſt dies beſonders auf dem Oſtabhange der centralen Hochebene (Elevationsregen) der Fall; hydrotherm iſt auch die Vegetation an der Südküſte des Mexikaniſchen Golfs (bei Tabasco), während die Hochebene völlig und die pacifiſche Abdachung überwiegend den xerophytiſchen Charakter trägt. Auch die atlantiſche tierra caliente iſt weit trockener als die höheren Bergregionen und hat meiſt in der trockenen Zeit ſich entlaubende Bäume. Die Wälder der tierra fria, z. B. an dem freiſtehenden Vulkane von Orizaba, ſind durch Eichen und darüber Kiefern (auch eine Tanne, *Abies religiosa* [H. B. Kth.] Schlecht.) charakteriſirt, welche übrigens an der Weſtküſte tief in die tropiſche Region hinabſteigen. Die Kiefern erreichen ihre Südgrenze ſchon bei 13° N. Br. in Nicaragua, während die Eichen faſt bis zum Aequator ſich finden. Der noch heute hochberühmte Cortezbaum zu Tula bei Oaxaca, unter dem der Eroberer Mexikos ſein ganzes Heer aufſtellte, gehört dem durch ſeinen unverhältnißmäßig dicken Stamm ausgezeichneten *Taxodium mucronatum* Ten. an. Die Vegetation der Hochebene charakteriſirt ſich durch baumartige Lilien: *Agave* (als Maguey des Saftes halber, der dem abgeſchnittenen Blütenſchafte entquillt, beliebte Kulturpflanze). *Fourcroya*, *Yucca*, *Dasylirion*, ferner Cacteen, Craſſulaceen (*Echeveria*), Dorngeſträuche (namentlich Mimoſeen); unter den Sträuchern neben den nordiſchen Vaccinien und *Arbutus* (welche letztere eine Beziehung zum Mittelmeergebiet andeuten), die ſüdamerikaniſchen Typen *Fuchsia*, *Buddleya* und *Stevia*. Savannen ſind nicht im Hochlande, wohl aber auf der pacifiſchen Abdachung entwickelt (Mexiko zählt 638 Gramineen). Die höchſten Gebirgsregionen zeigen wohl Mikro- (*Pirola*, *Galium*), aber kaum Hekiſtothermen. Der lange für das einzige Exemplar ſeiner Art und Gattung gehaltene Händchenbaum (Arbol de manitas, *Cheirostemon platanoides* Humb. et Bonpl. von Toluca) fand ſich ſpäter an der Grenze der Eichen- und *Pinus*-Region Guatemalas in Menge. Die Hydrothermen-Vegetation beſitzt neben den allgemein verbreiteten Gruppen (von denen Baumfarn, Cycadeen [*Dioon*, *Ceratozamia*] und atmoſphäriſche Orchideen verhältnißmäßig reich vertreten), die auch für die übrigen Tropengebiete Amerikas charakteriſtiſchen Bromeliaceen (auch im Xerophytengebiete vertreten), Scitamineen- (Muſaceen-) Gattung *Heliconia*, Gesneraceen; für Mexiko charakteriſtiſch zahlreiche Arten der niedrigen Palmengattung *Chamaedorea* (im ganzen 50 Palmen). Auf das Zuſammenfallen der Verbreitung gewiſſer großer ſcharlachrother (mit den Namen *fulgens* und *splendens* bezeichneter), horizontalgeſtellter, an dünnflüſſigem Honig reicher Blumen des wärmeren Amerikas aus verſchiedenen Familien, wie *Lopezia*, *Semeiandra*, *Zauschneria* (*Onagraceae*), *Gesnera*, *Salvia*, *Stachys*, *Lobelia* mit der der ſie beſtäubenden Kolibris hat Delpino in ſeinen Appunti di geogr. botan. etc. (Bollet. Soc. geogr. ital. fasc. 3, 1869, pag. 16) aufmerkſam gemacht, in denen er überhaupt auf die Beziehungen zwiſchen der geographiſchen Verbreitung der Blumen und ihrer Beſtäuber hinweiſt. Die Artenzahl wurde von Kotſchy jedenfalls viel zu gering, zu 7300 angegeben, wovon etwa 5000 auch eine Kiefer (*Pinus cubensis* A. Gray), auf Cuba die nordamerikaniſche Red

endemisch. Von Kulturpflanzen gedeihen auf der Hochebene die südeuropäischen, §. 323.
wie Oel- und Maulbeerbaum, Weinstock. Die mehr oder minder allgemein gebauten tropisch-amerikanischen Nutzpflanzen sind, außer den aus der alten Welt eingeführten, wie Zuckerrohr, Bananen (wahrscheinlich paläotropisch), Kaffeebaum ꝛc. (s. oben S. 808), folgende Obstgewächse: Ananas (*Ananássa satíva* Lindl., auch Faserpflanze), Avocado (*Persëa gratissima* Gaertn.), *Anóna squamósa* L., *muricáta* L., *reticuláta* L. (Custard apple) und *Cherimolia* Lmk., Mammey (*Mammëa americána* Jacq.), Kaschu oder Elephantenlaus (*Anacardium occidentále* L.), Granadilla (*Passiflóra quadrangulāris* L.), Guayava (*Psidium pyrifërum* L.), *Eugenia Michelii* Lmk., *Chrysobalánus Icáco* L., *Chrysophýllum Cainito* L., *Lucúma mammósa* Gaertn., *Sapóta Achras* Mill., Melonenbaum (*Carica Papaya* L., neuerdings wegen der Pepsin-ähnlichen Wirkung des Milchsaftes viel besprochen). Andere Nahrungspflanzen: Arrow-root (*Maránta arundinacëa* L., Cacao (*Theobróma Cacáo* L. und andere Arten), Maniok (*Manihot utilissima* Pohl, *M. Aipi* Pohl ꝛc.), Nelkenpfeffer oder englisches Gewürz (*Piménta vulgáris* DC.), Erdnuß (*Arachis hypogaëa* L.), *Phaseólus lunátus* L., Batate (*Batátas edúlis* Chois.), Tomate (*Solánum lycopersicum* L.), spanischer Pfeffer (*Capsicum annuum* L. ꝛc.). Sonstige Nutzpflanzen: Baumwolle (*Gossypium barbadënse* L.), Orlean (*Bixa orellána* L.), Indigo (*Indigofëra sp.*, ob *Anil* L.?). Manche derselben haben sich in der alten Welt eingebürgert, vergl. S. 808. Mexiko ursprünglich nahezu eigenthümlich sind noch folgende Nutzpflanzen: Sassaparille (*Smilax officinālis* H. B. Kth.), Maguey (*Agáve americána* L., vergl. S. 793 und 814), Teosynte (*Euchlaëna luxurians* (Dur.) Dur. et Aschs., neuerdings in allen warmen Erdgegenden, z. B. Egypten, mit Erfolg angebautes Futtergras), Vanille (*Vanílla planifolia* Andr.), Nopal (*Opuntia Hernandezii* DC. u. a., in Mexiko [und neuerdings auf den Canaren] mehr des dieselben bewohnenden Cochenille-Insekts als der eßbaren Früchte halber angebaut), Blauholz (*Haematoxýlon campecheánum* L., namentlich auch in Yucatan.

Literatur: Th. Kotschy, Ueberblick der Vegetation Mexikos. Wien 1852. (Sitzungsber. der K. K. Akademie der Wiss.). — E. Fournier, Mexican. plantarum enumeratio. Paris 1880. — W. B. Hemsley, Biologia Centrali-Americana Botany. Vol. I. London 1879—1881. (Wird fortgesetzt). — A. S. Oersted, L'Amérique centrale. Kopenhagen 1863. — H. Polakowsky, Die Pflanzenwelt von Costarica. 14. Jahresber. Verein f. Erdk. Dresden 1879, S. 25 ff.

16) Westindien.

Hydrothermengebiet, umfaßt die Großen und Kleinen Antillen (außer Trinidad). Griesebach unterscheidet 4 klimatisch getrennte Unterabtheilungen: 1) Die Bahamas, mit noch erheblicher jährlicher Variation der Temperatur (in Nassau unter 25° N. Br. Unterschied des wärmsten und des kältesten Monats $8^1/_2$°). 2) Die Großen Antillen, mit zwar kurzer Zenithregenzeit (S. 782, §. 319.), aber auf der dem Passate zugewandten Nordostseite bedeutenderen Elevationsregen, daher dort üppigere Vegetation, mit der dürren Leeseite contrastirend (S. 783). 3) Die westlichen Karaiben, gebirgig, mit langer und 4) die östlichen Karaiben, flach mit kurzer Regenzeit. Von den beiden Hälften von Guadeloupe gehört die vulkanische Basse-Terre zu 3), die flache Grande-Terre zu 4). Wie Vorderindien, ist auch Westindien für ein Tropenland durch die Kultur sehr stark verändert (in West-Cuba $^2/_3$ des Bodens bebaut). Doch hat in dem Hydrothermenklima die Kultur nicht, wie in dem xerophytischen und mesothermen Entwaldung zur Folge, denn abgesehen davon, daß die wichtigsten Kulturpflanzen z. Th., wie der Kaffeebaum, Holzgewächse sind, hat man Mühe, das Kulturland gegen die stets wieder um sich greifende holzige wilde Vegetation zu vertheidigen (die „Unkräuter" sind hier Bäume und Sträucher!). Der regenerirte Wald ist indes von dem Urwalde verschieden (s. unten S. 818), namentlich sind die weichholzigen *Cecropia*-Arten für den ersteren charakteristisch. Unter den Vegetationsformen verdient Erwähnung die herrliche Königspalme (*Oreodóxa oleracëa* (Jacq.) Mart., bis 39 m [120'], *O. régia* H. B. Kth., Palma real 35,5 m [110'] hoch). Neben den mannichfaltigen tropischen Baumformen findet sich auf Haiti, Cuba und der danach benannten Nachbarinsel Isla de Pinos

§. 323. cedar (*Juniperus virginiana* L.), auf den Karaiben, Jamaika, den Bahamas und Bermuda die nahe verwandte *J. barbadensis* L. Die höchsten Gebirgsregionen werden, wie auch auf dem Festlande vielfach (und auf den Sundainseln), durch strauchartige Ericaceen charakterisirt. Die Zahl der Arten beträgt etwa 4500, wovon 2200 endemisch; 1270 finden sich nur je auf einer Insel, von denen 929 auf die größte, Cuba, kommen, 275 auf das nur $^1/_{10}$ so große, aber höhere Gebirge besitzende Jamaika, 29 auf das kleine Dominica. Die Holzgewächse machen die Hälfte, die Farne 8 % der Arten aus, letztere gehören zu den artenreichsten Familien, worin sich der insulare Charakter der Flora kundgiebt. Die Typen und die nicht endemischen Arten sind fast ausschließlich südamerikanisch, wenige mexikanisch und fast gar keine nordamerikanisch, da trotz der Nähe der Bahamas und Floridas der sie trennende Golfstrom den Austausch der Arten sehr erschwert. Unter den Nutzpflanzen bemerkenswerth der „weiße Zimmet" (*Canella alba* Murr.), der Guajak (*Guajacum officinale* L.), die das Carannaharz liefernde *Bursera gummifera* L., der Spitzenbaum (Lace-tree, *Lagetta lintearia* Lmk.) und der westindische Ebenholzbaum (*Brya ebenus* [L.] DC.), beide letztere auf Jamaika endemisch.

Literatur: A. Grisebach, Flora of the British Westindian Islands. London 1864. — Derselbe, Catalogus plantarum cubensium. Lipsiae 1866. — A. S. Oersted, Skildringen af Naturen paa Jamaica. (Lütken, Almeenfatt. Naturskildringer, S. 415 ff.) Kopenhagen 1863. — Baron Eggers, St. Croix's, Flora Vid. Medd. Naturh. Forening. Kopenhagen 1876. Pag. 33 sq. (Auch englisch in Bull. Un. St. Nat. Mus. Nr. 13. Washington 1879.) — F. Sauvalle, Flora Cubana. Enumeratio nova plantarum cubensium vel revisio catalogi Grisebachiani. Havana 1873. — J. J. Rein, Ueber die Vegetationsverhältnisse der Bermudas-Inseln. Ber. Senckenb. Ges. 1872/73. Frankfurt 1873. S. 131 ff.

17) Cisäquatoriales Südamerika,

Hydrothermen- und Xerophytengebiet, umfaßt den nördlichsten Theil Südamerikas, mit Ausschluß des Gebirgssystems der Andes; das Gebiet reicht auf der atlantischen Seite bis etwa zum Aequator, auf der pacifischen bis da, wo unter 4° S. Br. die Küste am weitesten nach Westen vorspringt, es umfaßt außerdem noch Trinidad, und die atlantische Seite Mittel-Amerikas. Vielleicht schließt sich auch das von Grisebach zu Westindien gezogene Yucatan (im Inneren auf porösem Kalkboden dürre Savanne, an den Küsten Blauholzwälder) besser hier an. Der Hydrothermen-Charakter ist am stärksten ausgebildet an der pacifischen Küste, wo an der Bai von Choco die Regenfälle das ganze Jahr hindurch erfolgen, und in den Urwäldern des oberen Orinoko, welche allmählich in die Hylaea (s. S. 817) übergehn; die xerophytische in den Savannen (Llanos) von Venezuela (zwischen dem unteren Orinoko und der den regenbringenden Passat absperrenden Küstenkette), deren Physiognomie durch die Schilderungen A. v. Humboldt's allgemein bekannt ist. In Guyana sind Urwald und Savanne mehr einander angenähert und durchdringen sich gegenseitig. Die Küstenkette von Venezuela zeigt in der Vertheilung der Regionen und der Vegetationstypen (wenn auch nicht so sehr in den Arten) Uebereinstimmung mit der atlantischen Seite von Mexico; auch hier ist die üppigste Hydrothermen-Vegetation in der Tierra templada 400—2200 m (1235 bis 6800') zu finden. Unter den Vegetationsformen der Flußufer sind Cecropien und Araceen zu bemerken, sowie im Orinoko- und Amazonas-Delta die Hutpalme (*Manicaria saccifera* Gaertn.) mit ungetheilten Blättern, deren Blütenscheide als Kopfbedeckung dient, und deren Früchte durch die Strömungen bis an die Küsten der großen Antillen gelangen. Die verbreitetste Palme des atlantischen Gebiets ist *Mauritia flexuosa* L., die selbst in den Llanos nicht fehlt, unter deren Dikotylenbäumen die steifblättrigen *Curatella americana* L. (*Dilleniaceae*), *Byrsonima coccolobifolia* Kth. (*Malpighiaceae*) und *Roupala acuminata* Kth. (*Proteaceae*) bemerkenswerth sind. In den Wäldern Guyanas bildet in ähnlicher Weise, wie auf Java die Rasamala (S. 804), die riesige Leguminose *Dimorphandra guianensis* (Schomb.) Bn. (Mora) einen „Wald über dem Walde". Die Kämme der Küstenkette (Silla de Caracas) und der Gebirge von Guyana sind baumlos, obwohl sie weit unter den Höhen bleiben, die in Mexico die Eichen- und Kiefernwälder erreichen. Auf ersterer bildet die strauchartige Ericacee *Gaultheria odorata* Humboldt bei ca. 2000 m (6000') Höhe

Pejoales genannte Gebüsche, dieselbe Art gehört den Andes von Bogota an, wie auch die ebenfalls auf der Silla vorkommende *Gaylussacia buxifolia* H. B. Kth. Nur wenige der Typen Brasiliens überschreiten die die Wanderung namentlich der Xerophyten hemmende Urwaldzone der Hylaea, unter andern eine *Barbacenia* in Guyana. Unter den einheimischen Nutzpflanzen des Gebiets verdienen Erwähnung *Carludovica palmata* Ruiz et Pav. aus deren Blättern die Panamahüte verfertigt werden, die Steinnuß (*Phytelephas macrocarpa* Ruiz et Pav.), *Galactodendron utile* H. B. Kth., der Kuhbaum (Palo de vaca) mit genießbarem Milchsaft, der Kautschukbaum von Mittel-Amerika (*Castilloa elastica* Cervantes), der Mahagonibaum (*Swietenia Mahagoni* L.) besonders im östlichen Centro-Amerika, auch in Westindien. §. 323.

Literatur: A. v. Humboldt, A. Bonpland, C. S. Kunth, Nova Genera et species plantarum in peregr. Orbis Novi colleg. etc. 7 Bde. Paris 1815—1825. — C. S. Kunth, Synopsis plantarum quas in itin. ad plag. aequinoct. Orbis Novi coll. A. de Humboldt et Am. Bonpland. 4 Bde. Paris 1822—1827. (Auch für Mexico zu beachten.) — H. Karsten, Flora Columbiae. 2 Bde. Berlin 1858—1869. — J. E. Planchon und J. Triana, Prodromus Florae Novo-Granatensis. Ann. Sc. nat. 4 sér. t. 17, 18, 20. 5 sér. t. 1—5, 7, 14—17. Paris 1862—1873. — B. Seemann, The Botany of H. M. S. Herald. London 1852—1857. Part. 3. (Panama). — H. Polakowsky, siehe oben S. 815. — A. Ernst, Idea general de la Flora de Venuzuela. Caracas 1877. (Primer Anuario Estadistico) übersetzt von W. J. Behrens in „Ausland" 1879.) — Rich. Schomburgk, Versuch einer Fauna und Flora von Britisch-Guiana. Leipzig 1848. — P. Sagot, Catalogue des plantes phanérogames et cryptogames vasculaires de la Guyane française. Ann. sc. nat. 6 sér. T. X. pag. 361 sq. T. XI. pag. 136 sq. 1881. (Wird fortgesetzt.)

18) Hylaea, Gebiet des aequatorialen Brasiliens,

das exquisiteste Hydrothermen-Gebiet der Erde, umfaßt das Thalbecken des Amazonas aufwärts bis da, wo sein Oberlauf rechtwinklig umbiegend die ostwestliche Richtung einschlägt. Oberhalb der Mündung des Rio Negro sind die Niederschläge über das ganze Jahr vertheilt und herrscht hier (wo der Strom Solimoes heißt) eine höchst ungesunde Treibhausatmosphäre, während am unteren Stromlauf, durch dies Wärme-Centrum aspirirt, ein beständiger Ostwind herrscht und trocknere Jahreszeiten sich ausscheiden. Hier ist auch z. B. bei Santarem der Urwald stellenweise durch Savannen (aber mit immergrünen Bäumen!) unterbrochen. Man unterscheidet namentlich zwei verschiedene Formationen des Urwaldes; den der Ueberschwemmungen dieses wasserreichsten Stromes der Erde ausgesetzten Igapo, in dem die Laubbäume hinter den Palmen zurückstehen, die in der Hylaea ein zweites Maximum ihrer Verbreitung (180 Arten), vergl. S. 804, erreichen. Das Holz der Bäume ist meist weich, Blumen selten; die Ufersäume bewohnt eine baumartige Aracee (*Montrichardia arborescens* Schott). Formenreicher ist der auf hochwasserfreiem Boden stehende Ete, mit Lianen und schönblühenden Epiphyten, in welchem eine der hervorragendsten Baumtypen *Bertholletia excelsa* H. B. Kth., deren kanonenkugelgroße Früchte eßbare Samen, die bekannten Paranüsse, enthalten. Außerdem ist von den Produkten zu erwähnen der hier sehr viel gebauete Cacao, der am meisten Ausbeute liefernde amerikanische Kautschukbaum (*Hevea brasiliensis* [H. B. Kth.] Müll. Arg.), eine eigene, der mexikanischen nachstehende Art der Vanille, eine besondere Art der Sassaparille (*Smilax Spruceana* Alph. DC.), sowie die Sapindacee *Paullinia sorbilis* Mart.), aus deren coffeinhaltigen Samen die Pasta Guarana bereitet wird. Von der Kleinheit der Areale des durch die Dichtigkeit des Urwaldes die Wanderung erschwerenden Gebietes giebt die von Spruce angeführte Thatsache eine Vorstellung, daß in der Entfernung eines Breiten- oder Längengrades die Hälfte der Flora geändert erscheint.

Literatur (für ganz Brasilien): C. F. P. v. Martius (fortgesetzt von A. W. Eichler), Flora Brasiliensis. Fasc. I—LXXXIX. 1840—1883 (wird fortgesetzt). Außerdem: R. Spruce, Botanical Mission on the Amazon. Hooker Journ. of bot. II. III. (1850, 1851). — A. Wallace, Travels on the Amazon. London 1853.

19) Brasilianisches Gebiet,

Hydrothermen- und Xerophytengebiet, umfaßt den größern südlichen Theil Brasiliens, sowie Peru und Bolivia bis an den Fuß der Andes; die Grenze gegen das Pampasgebiet hat eine von der Ostwest-Linie abweichende Richtung, da sie, an den

§. 323. Andes etwa unter dem Wendekreise beginnend, ganz Paraguay einschließend die atlantische Küste jenseit des 30° S. Br. erreicht. Für die Vertheilung der Niederschläge ist die etwa von der Mündung des St. Francisco an südwärts die Küste begleitende Serra do Mar von der höchsten Bedeutung. Sie empfängt den größten Theil der vom Südost-Passat gebrachten Niederschläge (S. 784, §. 319.) und entwickelt sich hier eine Ueppigkeit des tropischen Urwaldes (Mato virgem), wie sie, durch die Schilderungen von v. Martius und späteren Reisenden allgemein bekannt, als gepriesenes Urbild dieser Formation gilt. Dagegen ist das bergige, hochgelegene Innere verhältnismäßig regenarm und bietet in den Savannen (Campos) und den laubwechselnden Wäldern (Catingas) den Typus einer xerophytischen Vegetation. Im Westen wird dies Camposgebiet, welches an der Nordostküste das Meer erreicht, von einem schmalen Hydrothermengebiet durchschnitten, den Pantanals, welche im feuchten Stromthal des Rio Madeira, von der Hylaea ausgehend und dieser sehr ähnlich, das Amazonasgebiet über die niedere Wasserscheide hinüber mit dem des Paraguay verbinden; hier die in Brasilien seltenen Cycadeen (*Zamia boliviāna* [Brongn.] Alph. DC. [*Brongniārti* Wedd.]). v. Martius theilt das Camposgebiet in das nördliche Flachland (3—15° S. Br., im Thale des St. Francisco bis 20°) durch das Vorwiegen der Gräser und Cacteen (besonders *Cerĕus*), das Tafelland (15—23°) durch buntblühende Velloſieen, *Melocactus*, Melastomaceen, Gentianaceen charakterisirt, und die größtentheils das Gebiet jenseit des Wendekreises einnehmenden Pinheiros, die Wälder von *Araucaria brasiliēnsis* A. Rich. mit eßbaren Samen (welche nördlich vereinzelt bis zum 18° in Minas Geraes vordringt). Die höheren Regionen der Küstengebirge, z. B. des Orgelgebirges bei Rio de Janeiro, zeigen die Vegetation der Campos. Zu den bemerkenswerthesten Vegetationsformen des Urwaldes gehören die schönblühenden Rutaceen *Erythrochīton* und *Almeidĕa*, die lorbeerblättrigen Vochysiaceen, die Wasseransammlungen auf epiphytischen Bromeliaceen bewohnende *Utricularia nelumbiifolia* Gardn. (also zugleich Wasserpflanze und Epiphyt zweiter Ordnung!); die zahllosen Lianen (Cipós) zu denen der Catingas die Sterculiacee *Chorisia ventricōsa* (Arrud.) Nees, mit in der Mitte angeschwollenem Stamme, zu denen der Campos neben zahlreichen Stipaceen, Paniceen, Eriocaulaceen (kommen auch strauchartig vor), den *Erica*-ähnlichen Melastomaceen (*Microlicia*, *Lasiāndra*), die wollige Compoſite *Lychnophŏra*, deren Blattfilz als Zunder dient, die Zwergbäume darstellenden Velloſieen (*Barbacenia*, *Vellosia*, *Xerophȳte*; letztere Gattung eine der seltenen Beziehungen zum Sudan darlegend). Unter den Wasserpflanzen bemerkenswerth die von Guyana bis Matogrosso verbreitete *Victoria regia* Lindl. und *V. Cruziāna* D'Orb. im Paraguaygebiete. Unter den Formationen verdienen noch Erwähnung die Capoes (auch am Rio Negro in der Hylaea), kleine Waldgruppen meist der Lorbeerform angehörig, die auf feuchten Stellen der Campos stehen und, da die Bäume von der Mitte nach dem Rande an Höhe abnehmen, abgerundeten Hügeln gleichen. Nach dem Abholzen des Mato virgem regenerirt sich der Wald als Capoeira, in der die Lorbeerform vielfach durch rauhblättrige Bäume (*Celtis*, *Cordia etc.*) ersetzt ist. Die zerstörten Capoes und Catingas regeneriren sich nicht, sondern bedecken sich mit dem schädlichen Klebegrase *Melinis minutiflŏra* P. B. Brasilien ist das artenreichste Gebiet Amerikas; Grisebach schätzt die Zahl wohl zu gering auf 10000. Mit anderen tropisch-südamerikanischen Floren zeigt sich eine Uebereinstimmung in der Häufigkeit der Myrtaceen und der Compositentribus *Mutisiacĕae*. Die Kulturpflanzen sind im größten Theile des Landes die tropischen, in den (auch von Deutschen kolonisirten) kühleren Südprovinzen St. Caterina und Rio Grande zugleich die südeuropäischen. Unter den wilden Nutzpflanzen erwähnen wir z. B. das rothfärbende Brasilienholz (*Caesalpinia chināta* Lmk.), welches dem Lande den Namen gab, das kostbare Jacaranda- oder Palissanderholz (*Dalbergia nigra* Allem., *Machaerium spec.*), die in ihren Früchten Gefäße liefernden Topfbäume (*Lecȳthis*) und Calabassenbäume (*Crescentia cujēte* L.), die Brechwurzel (*Cephaëlis ipecacuānha* [Brot.] A. Rich.), die Kautschukpflanze *Manihot Glaziovii* Müll. Arg. (Ceará scrap), endlich der Maté- oder Congonha-Thee (mehrere *Ilex*-Arten, in Süd-Brasilien besonders *Ilex paraguariēnsis* St. Hil. (*I. curitibēnsis* Miers), in der argentinischen Provinz Corrientes *I. Bonplandi-*

āna Münter, die Arten in Paraguay ſelbſt noch nicht genügend bekannt; außerdem finden noch *Villaresia congonha* Miers, *Maytēnus quadrangŭla* Reissek u. a. Verwendung.) §. 323.

Literatur: v. Martius u. Eichler ſ. S. 817. — Gardner, Travels in the Interior of Brazil. 2 Bde. London 1846. — A. St. Hilaire, Flora Brasiliae Meridionalis. 1825—1833 (unvollendet). — 3. Münter, Ueber Maté und die Maté-Pflanzen Süd-Amerikas. Mitth. naturw. Ver. von Neuvorpommern. XIV, S. 103 ff. Berlin 1883.

20) Tropiſche Andes Südamerikas,

überwiegend Xerophyten-, theilweiſe Hydrothermen-Gebiet, welches die Andes vom Wendekreiſe bis zu ihrer Unterbrechung in der Nähe des Iſthmus und bis zur Sierra Nevada de Merida, wo die Küſtenkette von Venezuela ſich anſchließt, ſowie auch die pacifiſche Küſte zwiſchen dem 4° und 23° S. Br. umfaßt. Das längſte und nächſt dem Himalaya höchſte Gebirge der Erde, welches vom 9° N. Br. (mit der kurzen Unterbrechung der Magellans-Straße) bis zum 56° S. Br. reicht, hat in ſeiner Südhälfte nur eine geringe Breite. Unter dem Wendekreiſe breitet ſich die Kette zu der ſanft gewölbten Hochebene der Wüſte Atacama aus (vergleichbar der Pamirſteppe in Hochaſien); von hier aus theilt ſich das Gebirge in zwei (nördlich vom Aequator, wo die Längsthäler des Magdalena und Ca-uca tief einſchneiden in drei) Cordilleren, die, durch Querjoche verbunden, eine Reihe von Hochthälern einſchließen, von denen das ſüdlichſte, das des Titicaca-Sees, und das nördlichſte, das vom Aequator durchſchnittene von Quito die bemerkenswertheſten ſind. Die wüſte, faſt regenloſe Küſte (Arenal de la costa, S. 783, §. 319.), in der nur einige vom Gebirge herabkommende Bäche Kulturoaſen, wie z. B. um Arequipa, ſchaffen, und welche nur bei der Herrſchaft der Winternebel (Garuas) ſich mit ſpärlichem grünen Anflug bedeckt, die weſtliche Cordillere (Sierra occidental), die zwiſchen beiden gelegene Hochebene (Puna, deren Charakter ſich auch auf den argentiniſchen Andes bis 36° S. Br. gleich bleibt) und der Weſtabhang der öſtlichen (Sierra oriental) haben Xerophyten-Charakter. Cordilleren und Puna haben ſpärliche Sommerregen. Die Flora der trockenen baumarmen Regionen zeigt am meiſten Uebereinſtimmung mit dem benachbarten Nordchile. Der Hydrothermen-Charakter entfaltet ſich dagegen in voller Ueppigkeit auf dem dem Tieflande zugewendeten Oſtabhang der öſtlichen Cordillere, welcher (wie die nach Oſten ſich öffnenden Thäler) die Feuchtigkeit des Paſſats empfängt. Man unterſcheidet eine untere Region (Montaña) mit Bananen- und Zuckerrohr-Kultur und eine obere (Ceja [Braue] de la montaña), 1525—3300 m (4700—10 200'), ein Gebirgswald mit nebelreichem Klima, welcher neben einer Palme (*Oreodōxa frigida* H. B. Kth.) den charakteriſtiſchſten und werthvollſten Baumtypus des Gebiets, die Fieberrindenbäume (*Cinchōna*) beſitzt. So iſt die wichtigſte Handelspflanze Perus und ebenſo die Kultur des wichtigſten Genußmittels der Eingeborenen, der Coca (*Erythroxȳlon coca* Lmk.) auf ein Gebiet beſchränkt, das von der Küſte durch das unwirthbare Hochgebirge getrennt iſt und ſeinen naturgemäßen Abſatzweg auf den Zuflüſſen des Amazonas finden würde. Entſpricht die Ceja de la montaña den feuchten Wäldern Sikkims (S. 804), ſo die Puna den öden Hochſteppen Tibets, ja ſie ſteht denſelben noch nach, da die zur Weide der Lamas dienenden guten Futtergräſer (*Deyeuxia sp.*) häufig der ſtechenden *Stupa Ichu* (Ruiz et Pav.) Kth. weichen müſſen. Unter den Pflanzen der höheren Gebirgsregionen ſpielen holzige Compoſiten, namentlich zur Mutiſiaceengruppe gehörige, eine hervorragende Rolle: *Mutisia, Barnadesia, Chuquirāga* (in der Ebene Patagoniens wieder auftretend), *Bacchāris* (z. B. *B. tola* Phil.), *Senecio* (*S. glaciālis* Wedd. am Sorata); noch höher finden ſich weißfilzige Stauden derſelben Familie, z. B. in Ecuador *Culcitium nivāle* H. B. Kth., bei Bogota *Espeletia grandiflōra* Humb. Bonpl. (Fraylejón). Unter den Sträuchern ſind noch zu nennen die dornigen *Berbēris*- und *Colletia*-Arten, deren Typen ebenfalls weiter ſüdlich in tieferen Regionen ſich wiederfinden, ebenſo wie die immergrünen *Drimys*- und *Escallonia*-Arten. Die Roſaceengattung *Polylēpis* (auch in Argentinien), die Ericaceen *Gaultheria, Befaria, Thibaudia, Gaylussacia* ſind für die höheren Bergregionen charakteriſtiſch; *Alnus acumināta* H. B. Kth. iſt von Mexico bis Chile verbreitet. Unter den Stauden der alpinen Region befinden

§. 323. sich sowohl Arten, deren Gattungen den Gebirgen der nördlichen Mikrothermengebiete angehören, wie *Saxifraga*, *Alchemilla*, *Astragalus*, *Gentiana*, theils südliche wie die Sanguisorbee *Acaena*, die rasenförmigen, dicht mit kleinen Blättern bedeckten Umbelliferen *Azorella* und die Sumpfbalsamstaude, *Bolax glebaria* Commers., die bis zu den Falklands-Inseln reicht. Nördlich vom Aequator weicht der steppenhafte Charakter der Puna einem feuchteren Klima; schon die Paramos von Quito sind bessere Weiden als die bolivianisch-peruanischen Punas; in den Cordilleren von Columbia (gewöhnl. Neu-Granada) finden sich neben der nördlichsten Cinchona (*Cinchona lancifolia* Mutis), die südlichsten Eichen, ferner *Juglans*-Arten und in dieser hohen Gebirgsregion, bis 2924 m (9000′), eine Palme von riesenhaftem Wuchs *Ceroxylon andicola* Humb. Bonpl., die Wachspalme von Neu-Granada, 52 m (160′) hoch. Noch eine andere tropische Vegetationsform erreicht ungewöhnliche Höhen; eine Bambusee, *Chusquea aristata* Munro, findet sich bei Quito zwischen 3950—4570 m (12200—14100′); die verwandte *C. Fendleri* Munro steigt von der Küste bis 3625 m (11200′) auf, weiß sich also einer Jahrestemperatur von $6\frac{1}{2}$—25° anzupassen. Die Artenzahl des Gebiets ist jedenfalls weit geringer als die der tropischen Nachbargebiete. Weddell zählt aus der alpinen Region 1200 Arten auf, worunter 1000 endemische. Das Andesgebiet, welches wie das Plateau von Anahuac in Mexiko der Sitz des Aztekenreiches, bei der Ankunft der Spanier die Stätte der eigenartigen Civilisation der Inkas war, ist die Heimat mehrerer Kulturpflanzen, die von dort aus sich über die ganze Erde verbreitet haben. Der Mais war die wichtigste Nährpflanze (obwohl man bei der nahen Verwandtschaft der Gattungen *Zea* und *Euchlaena* [s. oben S. 815] seine Heimat eher in Mexico suchen möchte); die Kartoffel wächst in der trocknen Region (auch in ganz Chile) wild; auch unsere Bohne (*Phaseolus vulgaris* L.), welche Wittmack in den Gräberfunden von Ancon bei Lima antraf, ist, wie dieser Forscher mit großer Wahrscheinlichkeit nachwies, von dort aus nach Europa gelangt. Dagegen haben sich der Melluco (*Ullucus tuberosus* Lozano, *Basellaceae*), die *Arracacha esculenta* DC. Columbias (*Umbelliferae*) und die Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Perus bisher außerhalb des Gebiets keine Geltung verschafft.

Literatur: Humboldt, Bonpland, Kunth, H. Karsten und Planchon u. Triana s. S. 817. — Weddell, Chloris andina. T. I. II. Paris 1855—1857. — G. Jameson, Synopsis plantarum aequatoriensium. 2 Bde. 1865. Unvollendet. — L. Sodiro, Apuntes sobre vegetacion equatoriana. Quito 1874. — J. A. Philippi, Florula atacamensis. Halis 1860.

21) Argentinisches oder Pampas-Gebiet,

Xerophytengebiet, hie und da dem mesothermen oder selbst hydrothermen Charakter sich nähernd, umfaßt das extratropische Südamerika östlich von der Andeskette. Seine klimatische und vegetative Gliederung ist eine ziemlich mannichfaltige, da die baumlose Grassteppe der eigentlichen Pampas und die im Innern besonders in einigen abflußlosen Gebieten auftretende Salzsteppe durch verschiedene Mittelstufen in einen stellenweise üppig entwickelten subtropischen Wald übergeht. Die nach Süden rasch abnehmende Temperatur giebt dem südlichen steinigen Steppenlande von Patagonien einen besonderen Charakter, während in den Thälern der großen Ströme und auch sonst im Nordosten die tropische Flora Brasiliens weit in das argentinische Gebiet eingreift. Die Waldarmuth des Gebiets ist keineswegs allein durch die Spärlichkeit der Niederschläge zu erklären, welche (an der Küste meist Winter-, im Innern Sommer-Regen) nicht überall unerheblich sind. Das dürre Innere besitzt mehr Holzgewächse als die feuchte Küstenzone. Bei Mendoza gedeihen lombardische Pappeln, bei Buenos Aires die Pfirsichbäume so reichlich, daß sie als Brennholz dienen. Lorentz, welchem man mit seinem deutschen Landsmanne Hieronymus die gründliche Erforschung dieses weiten Gebietes während des letzten Decenniums verdankt, theilt das Gebiet folgendermaßen ein: 1) Puna s. oben S. 819. 2) Subtropischer Wald, eine schmale Zone am Fuße der Andes, südlich bis Catamarca (27°) reichend, wo bei reichlichen Niederschlägen und in unmittelbarem Zusammenhange mit dem tropischen Walde Bolivias sich die reichste Waldvegetation des Gebiets entfaltet. Charakterpflanzen eigener

Zonen sind *Acacia cebil* Gris. mit gerbstoffreicher Rinde, und die Anacardiacee Quebracho colorado (*Quebrachia Lorentzii* Griseb.); der Quebracho blanco, dessen Rinde als Fiebermittel in den letzten Jahren eine vorübergehende Berühmtheit erlangte, ist die weiter im Gebiete verbreitete Apocynacee *Aspidosperma Quebracho blanco* Schldl.). 3) Gran Chaco, östlich an 2) anschließend, südlich bis St. Fé, östlich bis zum Paraguay reichend, zeichnet sich aus durch große Bestände der Caranda-Palme (*Copernicia cerifera* [Arrud.] Mart.) und ist wohl eher der brasilianischen Flora zuzurechnen wie sicher das von Lorentz ebenfalls hier aufgeführte Paraguay. 4) Mesopotamisches Gebiet, die Provinzen Entre Rios und Corrientes zwischen Parana und Uruguay. Dasselbe ist namentlich in den Stromthälern reich an brasilianischen Typen und nebst Paraguay die bevorzugte Heimat des Mate (s. S. 819), ferner auch, wie das benachbarte Südbrasilien die des Ombú (*Phytolacca dioica* L.), jenes sonderbaren im Mittelmeer-Gebiete als Zierpflanze (Bellasombra) verbreiteten „nicht holzigen Baumes", dessen dicker, fast succulenter Stamm wie auf einem Fußgestell ruht und der in den Pampas allgemein als Schattenbaum gepflanzt wird. 5) Chanjarsteppe Grisebach's (von Lorentz mit dem Lokalnamen Monte bezeichnet, der im Spanischen eigentlich „Wald" bedeutet), von einer Linie begrenzt, die von St. Fé SSW. zum Rio Colorado läuft. Hier herrschen Gebüsche von dornigen Krüppelbäumen und Sträuchern, namentlich Mimoseen, wie der Espino (*Acacia cavenia* Molina, auch in Chile), die auch im südlichen Prairiegebiet charakteristischen Algarroben (*Prosopis*, wie *P. strombulifera* (Lmk.) Bth. (Retortoño), deren gerbstoffreichen Früchte nutzbar), die einen merkwürdigen Wurzelschmarotzer, die Hydnoree *Prosopanche Burmeisteri* De Bary (*Hydnora americana* R. Br.) ernähren, ferner die Papilionacee *Gourliea decorticans* Gill. (Chañar, auch in Chile), *Caesalpinia* (*Poinciana* Hook. et Arn.), *Gilliesii* Benth. (Mataojo, im Mittelmeergebiete als Zierpflanze eingeführt, wie Hieronymus neuerdings nachwies, mit insektenfressenden Blütenständen). An das Prairiegebiet (vergl. S. 812, 813) erinnern noch zwei im Pampasgebiet in einigen Arten verbreitete Typen *Larrea* (Jarilla) und *Tessaria*. 6) Die eigentlichen Pampas, zwischen dem Colorado, jener Grenzlinie der Chanjarsteppe, der Küste und dem Parana; Grassteppe, vortrefflich zur Viehzucht geeignet; unvorsichtige Urbarmachung hat sich durch Einbürgerung europäischer Unkräuter bestraft (S. 774 und 793 §§. 317 und 321.). 7) Patagonien, südlich vom Colorado; nur an den Flußläufen etwas reichlichere Vegetation; so baumarm, daß eine einzelne Akazie am Rio Negro von den Eingeborenen wie ein Heiligthum verehrt wird. *Opuntia Darwinii* Hensl. bildet hier die südliche Polargrenze der Cacteen, wie *O. missouriensis* DC. und *O. Rafinesquii* Englm. (Oregon) die nördliche. Grisebach, der die Sammlungen der oben genannten deutschen Forscher bearbeitete, zählt in seiner letzten Schrift 2265 Arten auf, wovon 31 % endemisch, 24 % brasilianisch. §. 323.

Literatur: A. Grisebach, Plantae Lorentzianae. Göttingen 1874. (Abh. der Königl. Ges. d. Wiss. Bd. XIX.). — Derselbe, Symbolae ad Floram Argentinam. Göttingen 1879. (Ebend. Bd. XXIV.). — P. G. Lorentz, Vegetationsverhältnisse der argentinischen Republik. Buenos Aires 1876. (Aus Napp, Die argentinische Republik).

22) Chilenisches Uebergangsgebiet.

Mesothermengebiet, sehr zum Xerophyten-Charakter neigend, umfaßt Chile nördlich vom 34° S. Br. und unterscheidet sich von dem Xerophytengebiet West-Perus hauptsächlich dadurch, daß sich die Garuas hier (trotz der an der Küste entlang ziehenden Humboldtströmung) zu im Norden freilich recht spärlichen Winterregen verdichten (Santiago [33½°] hat 1016 mm [40"] Regen, Coquimbo [30°] nur noch 5–6 Güsse im Winter, Copiapo [27°] schon Garuas). Das Land ist waldlos und baumarm; von ansehnlichen Bäumen ist nur die 16 m (50') hohe Lauracee *Boldu chilanum* Nees zu nennen, die nur in den bewässerten Thälern mit den aus Süd-Chile herübergreifenden Rosaceen *Quillaja saponaria* Mol. (liefert die bekannte Seifenrinde), *Kageneckia oblonga* Ruiz et Pav. und *crataegoides* Don. Die Palme *Jubaea spectabilis* H. B. Kth. erreicht nur 10 m Höhe. Sonst herrschen Dorngebüsche (Espinales) die zum Theil von den schon oben genannten Espino und Chañar gebildet werden. Die Form der Lilienbäume ver-

§. 323. tritt die Bromeliacee *Puya*. Die Höhe der Schneegrenze in den Andes (am Aconcagua 33 ° S. Br. noch 4475 m [13800′], nur 325 m [1000′] niedriger als unter dem Aequator) läßt Raum für eine ausgedehnte Sennerwirthſchaft; im niederen Lande iſt die Weide nur in dem kurzen Frühjahre, wo das Land einem Blumengarten gleicht, ergiebig, wo nicht fruchtbarere Plätze als Koppeln (Potréros) eingehegt werden können. Sehr bemerkanswerth iſt das iſolirte Auftreten von Typen des antarktiſchen Waldgebietes (*Aextoxĭcum*, *Drimys* etc.) auf dem Berge Frai Joye (ca. 1600 m) am Fluſſe Limari (31 °), wo ſie F. Philippi 1882 entdeckte. (Briefl. Mitth. von R. A. Philippi an Dr. Urban.) Griſebach ſchätzt die Artenzahl auf 2500, wovon 1800 endemiſch. Etwa 20 % ſind mit Süd-Chile gemeinſam, darunter die in Europa neuerdings verſuchsweiſe angebauete Oelpflanze *Madĭa satīva* Mol., in Chile oft ein läſtiges Kulturunkraut. Mit Peru (S. 819) beſteht weit mehr Uebereinſtimmung als mit Argentinien; über die Beziehungen zu Californien vergl. S. 813, 814. Unter den Produkten iſt neuerdings die gerbſtoffreiche Frucht der *Cæsalpinĭa* (*Balsamocārpon* Clos) *brevifolia* Bn. (Algarobilla) viel genannt worden.

Literatur: (für ganz Chile) Cl. Gay, Flora Chilena. 8 Bde. Paris und Santiago 1845—1852. — Philippi, Catalogus plantarum Chilensium. Santiago 1881.

23) Antarktiſches Waldgebiet.

Mikrothermen-, im Norden mehr Meſothermen-Gebiet, umfaßt Süd-Chile vom 34 ° bis zur Magellans-Straße und den Archipel von Feuerland. Die plötzliche Zunahme der Niederſchläge von dem bezeichneten Wendepunkte an, wo die Humboldtſtrömung, von Süden kommend, zuerſt die Küſte berührt, bewirkt es, daß ein dürres Gebiet dürftiger Vegetation faſt unmittelbar an ein feuchtes einer Flora von ſtrotzender Ueppigkeit grenzt. Mehr noch wegen der ſtärkeren Niederſchläge als wegen der raſch abnehmenden Temperatur (bei exquiſitem Seeklima, alſo flacher Temperaturkurve) fällt die Schneegrenze ſo plötzlich, daß ſie bei 39 ° ſich ſchon in 1700 m (5260′) alſo nicht höher als in Norwegen befindet, an welches Land die fjordreiche Küſte des ſüdlichſten Theiles von Süd-Amerika auch ſonſt erinnert. Wir haben hier den ſonſt unerhörten Fall, daß der Wald bis unmittelbar an die Schneegrenze reicht; weiter ſüdlich erreichen die Gletſcher, wie in Grönland, die Meeresküſte. Südfrüchte reifen nicht mehr, dagegen iſt der Apfelbaum in Chiloë verwildert. Die Höhe des Baumwuchſes im Hochwalde, der faſt das ganze Gebiet bedeckt, iſt etwa wie in Europa, nicht etwa ſo rieſenhaft wie in Californien und Oregon. Die Bäume ſind meiſt kleinblättrig, dagegen iſt hier die Heimat unſerer krautigen Rieſen-Blattpflanze *Gunnĕra scabra* Ruiz et Pāv. Im Norden (bei Valdivia) noch eine nicht geringe Anzahl immergrüner Laubhölzer, zum Theil aus wenigſtens als Holzgewächſe tropiſchen Familien wie *Persĕa Lingŭe* (Ruiz et Pav.) Nees (*Lauracĕae*), *Aextoxĭcum punctātum* Ruiz et Pav. (*Euphorbiacĕae*), *Luma apiculāta* (Hook.) Phil. (Arrayān) (*Myrtacĕae*). *Laurelĭa* und *Peumus* (*Monimiacĕae*), *Flotowĭa* (*Compositae*, 32 m [100′] hoch). An Auſtralien erinnern die Proteaceen (*Embothrium*, *Lomatĭa*, *Guevĭna*), an Neuſeeland die Roſacee *Eucryphĭa* und die antarktiſchen Buchen (*Fagus antarctĭca* Forst. ſommer-, *F. betuloīdes* Mirb. immergrün), letztere ſowie auch die Magnoliacee *Drimys* (ſ. oben S. 820) ſchmücken auch noch die Küſten von Feuerland, wogegen die Hochflächen dieſes Archipels von einer öden Tundra eingenommen werden. Unter den Nadelhölzern verdient vor allem die breitblättrige *Araucarĭa imbricāta* Ruiz et Pav. Erwähnung, welche über 30 m (100′) hoch, mit oben flacher halbkugelförmiger Krone, zwiſchen 37 ° und 39 ° die Gebirge in einförmigen Beſtänden (Pinares) bedeckt. Weiter ſüdlich finden ſich die Cypreſſenähnlichen *Libocĕdrus chilēnsis* (Don.) Endl. (Cipreso) und *Fitzroya patagonĭca* Hook. fil. (Alerze, der größte Baum des Gebiets), und die Tannenähnliche *Saxe-Gothaēa conspicŭa* Lindl.. An tropiſche Floren erinnern noch mehrere Bambuſeen (bis Chiloë 44 °), zahlreiche Lianen und Epiphyten (unter letzteren keine Orchideen!, unter erſteren zwei Smilaceen, *Luzurĭaga* und die ſchönblühende *Lapagerĭa*). Unter den Sträuchern erinnern *Fuchsĭa* an die Andes, die immergrüne *Veronĭca elliptĭca* Forst. an Neuſeeland und *Empĕtrum rubrum* Vahl an die arktiſche Zone. Die Kulturpflanzen ſind, wie oben angedeutet,

die mitteleuropäischen; Süd-Chile ist ebenso fruchtbar als Nord-Chile unfruchtbar. §. 323.
Die Artenzahl beträgt etwa 1600, wovon 1200 endemisch; die Magellan-Straße erreichen noch nicht 300, so daß die antarktischen Moore, obwohl von Wäldern eingesäumt, schon durch ihre Artenarmuth an die arktischen erinnern. Die Beziehungen zu der arktischen Zone resp. zu den nördlichen Mikrothermen-Gebieten sprechen sich selbst durch eine Reihe identischer Arten aus: *Alopecūrus alpīnus* Sm., *Trisētum subspicātum* (L.) P. B., *Gentiāna prostrāta* Haenke.

Literatur: Cl. Gay und Philippi s. oben. — J. D. Hooker, Flora Antarctica. London 1844—1847.

24) Oceanische Inseln.

Schließlich betrachten wir noch diejenigen Inselgruppen, die infolge frühzeitiger Absonderung resp. weiter Entfernung eine solche Selbständigkeit ihrer Floren vor den kontinentalen Gebieten, mit denen sie verwandtschaftliche Beziehungen zeigen (nicht immer den am nächsten gelegenen), erlangt haben, daß sie diesen nicht untergeordnet werden können. Die verhältnißmäßig größere Anzahl der Gattungen in Vergleich zu den stets in Vergleich mit den Festländern wenig zahlreichen Arten und die größere Proportion von Holzgewächsen, auch das Holzigwerden sonst krautartiger Typen, sind fast allen gemeinsam.

Literatur: J. D. Hooker, On Insular Floras. Brit. Association 1866. Uebers. in Ann. Sc. nat. Bot. 5 sér. T. VI. pag. 267 sq.

1) **Makaronesien,** mesotherm, umfaßt die Azoren, Madeira und die Canaren (von den letzteren die 2 östlichen, Lancerote und Fuertaventura, xerophytisch, mit Saharatypen). Die Vegetation zeigt am meisten Uebereinstimmung mit dem Mittelmeergebiete, aber auch manche tropische Typen haben sich hier erhalten (Lauraceen, Myrsinaceen, die cactusartige *Euphorbia canariēnsis* L.), die dort ausgestorben sind.

Literatur: Du Cane Godman, Natural History of the Azores. London 1870. Botanik von H. C. Watson und W. Mitten. pag. 113 sq. — Lowe, Manual Flora of Madeira etc. Vol. I. London 1868 (unvollendet). — P. B. Webb u. S. Berthelot, Phytographie des Iles Canaries. Sect. 1—4. Paris 1836—1850.

2) **Capverden,** xerophytisch, mit saharischen, sudanischen und makaronesischen Typen.

Literatur: J. A. Schmidt, Beiträge zur Flora der Capverdischen Inseln. Heidelberg 1852.

3) **Ascension,** xerophytisch, sehr dürftige Flora, ohne größere Holzgewächse (*Ulex europaeus* L. aus Europa eingeführt!), *Wahlenbergia linifolia* (Roxb.) Alph. DC. mit St. Helena gemeinsam.

Literatur: J. D. Hooker, Insular Floras s. oben. pag. 7. — F. Naumann, Abh. bot. Vereins Brandenb. 1876. S. 27 ff.

4) **St. Helena,** mesotherm. Was von der einheimischen Flora noch erhalten ist (vergl. S. 795, §. 321.), zeigt Verwandtschaft mit zum Theil sehr entfernten Gebieten: Südafrika, Maskarenen, Makaronesien, selbst Südamerika und sogar Hawai.

Literatur: J. D. Hooker, Insular Floras l. c.

5) **Madagaskar,** hydrotherm und (südlich vom 21° n. Br.) xerophytisch, in den Gebirgen südafrikanische Mesothermen und einzelne nördliche Mikrothermen, auch sudanische, besonders abessinische Hochgebirgstypen. Die bemerkenswertheste Vegetationsform der „Traveller's tree" (*Ravenāla madagascariēnsis* Poir.), Musacee mit prächtig blauem Samenmantel, in deren Blattstielbasen sich Wasser ansammelt! Der Giftbaum *Tanghinia venenifĕra* Poir., nur kulturhistorisch interessant, weil früher zu Gottesurtheilen, jetzt nur noch zu Kabinetsjustiz benutzt. Die Insel besitzt eine kleine endemische Familie *Chlaenacĕae*, in die Nähe der *Tiliacĕae* gehörig. Sonst sind die Typen die des benachbarten Sudan (wie *Adansonia*, Papyrus, die Podostemaceen-Gattung *Hydrostachys*) oder die des Monsungebietes (z. B. auch *Nepēnthes*), auch einige südafrikanisch (*Aristēa* [*Iridacĕae*], *Philippia* [*Ericacĕae*], *Streptocārpus* [*Cyrtandracĕae*]).

Literatur: B. Boser. Description des plantes recueillies en Madagascar. (Bouton, Rapports.) Maurice 1839—1843. — P. B. Tulasne, Florae Madagascariensis Fragmenta. Ann. Soc. nat. 4 sér. T. VI. VIII. 5 sér. T. IX. 1856—1868. — J. G. Baker, Plants of Mada-

§. 323. gascar. Nature. 1880. pag. 125 sq. — Derſelbe, On the natural history of Mad. Journ. of bot. 1881. pag. 327 sq., pag. 362 sq. — F. Buchenau, Reliquiae Rutenbergianae. Abhandl. naturw. Verein Bremen. VII. VIII. 1880—1881. — O. Hoffmann, Sertum plantarum madagascariensium a cl. J. M. Hildebrandt lectarum. Berolini 1881.

6) **Maskarenen,** hydrotherm, Bergregionen meſotherm. Zeigen ähnliche Verwandtſchaft, wie Madagaskar, mit dem ſie einigermaßen übereinſtimmen, außerdem noch andere Beziehungen, u. a. gleicht die die Fiederblättchen abwerfende und dann den auſtraliſchen „blattloſen“ Akazien ähnliche *Acacia heterophylla* (Lmk.) Willd., täuſchend der *A. Coa* A. Gray der Hawai-Inſeln, außerdem ſollen noch *Boehmeria stipularis* Wedd. (auch Madagaskar) und *Carex Commersoniana* Kth. (auch in Indien und Japan [*C. brunnea* Thunb.] angegeben) mit dieſem entfernten Archipel gemeinſam ſein. Die in Mauritius einheimiſche *Coffea mauritiana* Lmk. wird neuerdings auch anderwärts angebaut.

Literatur: J. G. Baker, Flora of Mauritius and the Seychelles. London 1877. — J. Bayley Balfour, Account of the Botany of Rodriguez. Phil. Trans. Roy. Soc. London. Vol. 168. Extra-vol. 1879.

7) **Seychellen,** hydrotherm, bemerkenswerth als Heimat der ſehr eigenthümlichen Meer-Kokosnuß *Lodoicea Seychellarum* Labill., vergl. S. 772, §. 317., die nur auf den beiden Inſeln Praslin und Curieuſe vorkommt.

Literatur: J. G. Baker, ſ. oben.

8) **Hawai-** (Sandwichs-) **Inſeln,** auf der Windſeite hydrotherm, auf der Leeſeite xerophytiſch. Der herrſchende Waldbaum iſt die Koa (*Acacia Coa* A. Gray, ſ. oben), daneben an Auſtralien erinnernde *Metrosideros* (*Myrtaceae*) und *Myoporum*; an das Monſungebiet erinnert ein wegen des koſtbaren Holzes faſt ausgerottetes *Santalum*. Ferner 5 endemiſche Gattungen baumartiger Lobeliaceen, eine Caryophyllee (*Alsinodendron*), eine Violacee (*Isodendrion*), holzige Arten von *Plantago* und *Geranium*, 3 endemiſche Compoſitengattungen. Der Manatibaum (*Edwardsia grandiflora* Salisb.), eine Papilionacee, deren übrigen Arten auf Bourbon, Neuſeeland (eine zugleich auf Neuſeeland und im antarktiſchen Waldgebiete) vorkommen. Von den 600 Arten ſind gegen 370 endemiſch. Unter den endemiſchen ſind die Lobeliaceen nächſt den Compoſiten am zahlreichſten.

Literatur: Hor. Mann, Enumeration of Hawaian Plants. Proc. Amer. Acad. VII. 1868. pag. 143 sq. — H. v. Wawra, Beiträge zur Flora der Hawaiſchen Inſeln. Flora. Regensburg 1872—1875.

9) **Fidji-** oder **Viti-Inſeln,** hydrotherm und xerophytiſch, wie die vorigen, weichen, obwohl auch hier faſt die Hälfte der ca. 700 Phanerogamen endemiſch iſt, in ihren Typen kaum von denen des Monſungebietes ab. Zu den Kulturpflanzen, welche von den Eingeborenen dieſer Gruppe und des benachbarten Polyneſiens von altersher gebaut wurden, gehören außer den S. 805 genannten auch die Kawa (*Piper methysticum* Forst.), deren gekaute Wurzel ein berauſchendes Getränk liefert, *Inocarpus edulis* Forst.; *Solanum anthropophagorum* Seem. wurde bei den erſt vor wenigen Decennien abgeſchafften Kannibalen-Mahlzeiten verwendet. Die Oelpflanzen *Calophyllum Inophyllum* L. (*Clusiaceae*) und *Aleurites moluccana* (L.) Willd. (*A. triloba* Forst.), im ganzen Monſungebiete einheimiſch, ſind auch in Polyneſien verbreitet.

Literatur: B. Seemann, Flora Vitiensis. London 1865—1873.

10) **Neukaledonien,** xerophytiſch, beſitzt weſentlich auſtraliſche und nicht Typen des Monſungebietes, Waldſavannen mit *Melaleuca* (*Myrtaceae*), *Araucaria Cookii* R. Br., nach welcher das benachbarte Pine-Island benannt iſt.

Literatur: A. Brongniart, Considérations sur la Flore de la Nouvelle Calédonie. Ann. sc. nat. 5 sér. T. III. 1865. pag. 187 sq.

11) **Norfolk-** und **Lord-Howe-Island,** meſotherm? Erſteres die Heimat der ſchönſten aller bekannten Araucarien (*Araucaria excelsa* R. Br.), ſonſt aber mehr mit Neuſeeland übereinſtimmend (Baumfarn, *Phormium*), wie auch die zweite, obwohl näher an Auſtralien gelegene Inſel.

Literatur: St. Endlicher, Prodromus florae Norfolkicae Vindob. 1833.

12) **Neuſeeland,** meſotherm, in den höheren Regionen mikrotherm. Verhält ſich nach Griſebach's treffendem Vergleiche zu Auſtralien wie das antarktiſche Waldgebiet (mit dem es zahlreiche Typen gemein hat) zum argentiniſchen Gebiete.

Die Farne ſind an Zahl der Arten (121 unter 1093 Gefäßpflanzen) und noch mehr der Individuen, mehr als in irgend einer anderen Flora vorherrſchend; weite (wohl erſt durch die Menſchen entwaldete) Strecken bedeckt das Farnkraut *Pteris aquilina* L., var. *esculenta* Forst., deſſen Rhizom gegeſſen wird (auch in Japan und auf der canariſchen Inſel Gomera dient der Adlerfarn [*Helecho*] zur Nahrung). Baumfarne ſind zahlreich. Die über mannshohe Liliacee *Phormium tenax* Forst. (Neuſeeländiſcher Flachs) liefert in ihren Blättern eine werthvolle Faſer, die auch in Europa Verwendung findet. Unter den Coniferen befindet ſich die breitblätterige harzreiche Kaurifichte (*Agathis Dammara* Rich., *Dammara australis* Lamb.), die 32 m (100′) hoch wird (nur auf der Nordinſel, auf der ſüdlichen ſubfoſſil); unter den meiſt immergrünen Laubhölzern, die in der Regel gemiſchte Beſtände bilden, erreicht die Monimiacee *Atherosperma Novae Zeelandiae* 48 m (150′); auch die eine der beiden dort vorhandenen Proteaceen *Knightia excelsa* R. Br. iſt ein hoher Baum. Auf der Nordinſel findet ſich die polyneſiſche Pandanaceen-Gattung *Freycinetia*, die Smilacee *Ripogonum* und die Bayonet-plant, eine Umbellifere (*Aciphylla*) mit fußlangen ſtechenden Blattabſchnitten. Artenreich ſind nur die Gattungen *Veronica* (immergrüne Sträucher), *Coprosma* (*Rubiaceae*) und *Celmisia* (*Compositae*). Unter den alpinen Sträuchern befinden ſich außer den *Coprosma*-Arten auch zwei Gaultherien (S. 817, 820) und die mit *Azorella* (S. 820) verwandte Umbelliferen-Gattung *Pozoa*. Die Flora der Kermadec-, Chatham-, Campbell- und Aucklands-Inſeln, obwohl dieſelben ebenſo entfernt ſind als die Norfolk-Inſel (auf den Chatham-Inſeln [44 °] erreichen Palmen und Baumfarn ihre ſüdliche Polargrenze), ſtimmt weſentlich mit Neuſeeland überein. Dies Land, mit dem Seeklima Englands, iſt die Kornkammer Auſtraliens. Die daſelbſt einheimiſche (auch in Auſtralien, China, Japan und Südamerika wild gefundene, obwohl in den letzten Ländern vielleicht eingeſchleppte) *Tetragonia expansa* Murr. wird auch in Europa als Gemüſe (Neuſeel. Spinat) kultivirt. §. 323.

Literatur: J. D. Hooker, Handbook of the New-Zealand Flora. London 1867. — Derſelbe, Botany of Raoul Island (Kermadec). Journ. Linn. Soc. Bot. Vol. I. London 1857. pag. 125 sq. — F. v. Müller, The vegetation of the Chatham Islands. Melbourne 1864. — J. Buchanan, New list of the flowering plants and the ferns of the Chatham Islands. Trans. and Proc. New-Zealand Inst. Vol. VII. 1875. pag. 334 sq. — J. D. Hooker, Flora Antarctica, ſ. S. 823. (Campbell und Auckland). — F. Kurtz, Verzeichnis der Phanerogamen und Gefäßkryptogamen der Aucklandsinſeln. Sitzber. bot. Vereins Brandenb. 1876. S. 7 ff. — Nachtrag a. a. O. 1877. S. 168.

13) **Galapagos-Inſeln**, xerophytiſch. Obwohl unter dem Aequator, keine Palmen. Die untere Region bis 325 m (1000′) ſehr dürr, darüber Buſchwald, worunter die endemiſche Compoſiten-Gattung *Scalesia*. Von 374 Arten die Hälfte endemiſch. Die kontinentalen ſtimmen am meiſten mit dem Iſthmus von Panama, mit dem eine warme Strömung die Inſeln verbindet, die auf der anderen Seite von der Humboldt-Strömung beſpült werden.

Literatur: F. Anderſſon, Om Galapagos Oearnes vegetation. Stockholm 1854. — Wolf, Apuntes sobre el clima de las islas Galapagos. Quito 1879. (Ueberſ. von Reiß, Verh. Geſ. Erdk. Berlin 1879. S. 245 ff.)

14) **Juan-Fernandez**, meſotherm. Bewaldet; Typen wenig chileniſch, mehr mit den tropiſchen Andes übereinſtimmend; eine Palme *Juania* (*Ceroxylon* Mart.) *australis* Drude (*Morenia Chonta* Phil.), die baumartigen Compoſiten *Rea* (5—7 Arten) und *Robinsonia* (4 Arten). Das Vorkommen einer Art der indiſch-polyneſiſchen Gattung *Santalum* ſcheint neuerdings beſtätigt zu ſein.

Literatur: A. Gay und F. Philippi, ſ. oben S. 822.

15) **Falklands-Inſeln** oder **Malvinen**, mikrotherm. Waldlos, aber mit ſehr feuchtem Klima. 150 Arten, wovon 20 % endemiſch, darunter der ſtrauchartige *Senecio falklandicus* Hook fil.; Gräſer (*Dactylis caespitosa* Forst. [Tussock], und *Arundo pilosa* D'Urv.) und Umbelliferen (*Azorella*, *Bolax*) bilden ungeheure Raſen. Die Typen gehören dem ſüdlichſten antarktiſchen Waldgebiete an.

Literatur: J. D. Hooker, Flora Antarctica, ſ. S. 823. — L. Crié, Révision de la Flore des Malouines. Compt. rend. Acad. sc. Paris 1878. Tom. 87. pag. 530 sq.

16) **Triſtan da Cunha**, mikrotherm. Dieſe vulkaniſche Inſelgruppe, deren Krater 2534 m (7800′) Höhe erreicht, hat ein ſehr feuchtes Klima. Von den ca. 40 Arten ſind die Hälfte Farne, darunter *Lomaria robusta* Carmich. mit holzigem,

doch meist niederliegendem Stamme. Denselben Wuchs zeigt *Phylica arborea* Du Petit Thouars, die neuerdings auf der entfernten Insel Amsterdam gefunden wurde, wo auch, wie auf St. Paul, das Rasen (Tussocks) bildende Gras *Spartina arundinacea* (Du Pet. Th.) Carm. von Tristan da Cunha wiederkehrt. Die Typen von magellanischer Verwandtschaft sind zahlreicher als die südafrikanischen, obwohl die Entfernung von Südamerika die doppelte ist als vom Kap der guten Hoffnung.

Literatur: D. Carmichael, Flora of Tristan da Cunha. Linn. Trans. Vol. XII. London 1818. pag. 483 sq. — H. N. Moseley, Note on Plants collected in the Islands of the Tristan d'Acunha group. Journ. Linn. Soc. Bot. XIV. London 1874. pag. 377 sq.

17) **Amsterdam** und **St. Paul**, mikrotherm. Erstere mit *Phylica arborea* bewaldet, außer welcher von dort bisher nur *Spartina arundinacea* Carmich. (auch auf St. Paul) und eine *Lomaria* bekannt war. Die von der französischen Venus-Durchgangs-Expedition 1874 gesammelten Pflanzen, von denen das Berliner Museum z. B. *Scirpus atropurpureo-vaginatus* Bikl. (Flora 1882 S. 14) besitzt, sind noch nicht bearbeitet. Von St. Paul kennt man etwa 20 Gefäßpflanzen, von denen noch die Hälfte eingeschleppte Unkräuter sind. Von den indigenen sind einige kapensisch, die Mehrzahl allgemein südlich temperirt, einige selbst subtropisch.

Literatur: H. Reichardt, Ueber die Flora der Insel St. Paul. Verhandl. Zool. Bot. Ges. Bd. XXI. Wien 1871. S. 3 ff. — J. D. Hooker, On the discovery of Phylica arborea Thouars in Amsterdam island with an enumeration of the Phanerogams and Vascular Cryptogams of that island and of St. Paul. Journ. Linn. Soc. XIV. 1875. pag. 474 sq.

18) **Kerguelengruppe**, mikrotherm. Baumlos. Feuchtes, nebeliges Klima. Von den etwa 25 Phanerogamen sind die bemerkenswerthesten die endemische Crucifere *Pringlea antiscorbutica* R. Br. (ohne nahe Verwandte) und die ebenfalls endemische *Lyallia kerguelensis* Hook. fil. (verwandt mit der Gattung *Pycnephyllum* der Andes). Die übrigen sind meist identisch oder verwandt mit antarktischen Arten der Magellans-Länder, 2 mit neuseeländischen und tasmanischen. Unter den 9 Farnen sind 2 südafrikanische, die übrigen ebenfalls magellanisch.

Literatur: Account of the Botanical Collections made in Kerguelen's Land during the Transit of Venus Expedition. Botany by J. D. Hooker, J. Crombie, G. Dickie, P. Reinsch, J. Berkeley. Phil. Trans. Roy. Soc. Vol. 168. Extra Vol. London 1879. — F. Naumann, Flora von Kerguelen. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin 1876. S. 126 ff. und Abhandl. Bot. Verein Brandenb. 1876. S. 32 ff.

Die südlichste Phanerogame fand Wilkes auf den Süd-Shetland-Inseln (60°), *Aira antarctica* Hook. fil., die südlichsten Pflanzen überhaupt, einige Moose und Flechten J. D. Hooker auf der benachbarten Cockburn-Insel (64°), in deren Nähe selbst die fluthenden Algen verschwanden. Das Victoria-Land (77° S. Br.) zeigte sich in der Nähe der Vulkane Erebus und Terror völlig vegetationslos (S. 769, §. 317.).

G. Historisch-geographische Verhältnisse der wichtigsten Kulturpflanzen.

(Von Professor Dr. Frank.)

§. 324. Einen Antheil an der gegenwärtigen Vegetation der Erde haben auch gewisse Nutzpflanzen, welche von ihrer ursprünglichen Heimat aus durch die menschliche Kultur verbreitet und zum Gegenstande des Anbaues im großen gemacht worden sind. Sie haben mehr oder minder dazu beigetragen, den Gegenden, in denen sie kultivirt werden, ihren heutigen Vegetationscharakter aufzudrücken. Denn es hat eine Zeit gegeben, wo in Europa keine Aecker mit Feldfrüchten malerisch über das Land sich breiteten, keine Rebengelände die Hügel bedeckten, keine blühenden Obstgärten die Wohnstätten der Menschen bezeichneten. Und auch in den anderen Erdtheilen haben sich ähnliche Veränderungen in der Vegetation durch die Verbreitung und den Anbau gewisser Nutzpflanzen vollzogen und vollziehen sich noch gegenwärtig. Das Alter des Pflanzenbaues ist je nach den Species sehr verschieden. Während die Kultur mancher Nutzpflanze, die jetzt bereits eine große Wichtigkeit erlangt hat, erst seit wenigen Jahrhunderten begonnen hat, verlieren sich die Anfänge des Anbaues vieler unserer wichtigsten Nahrungspflanzen, namentlich der Getreidearten, in prähistorische Zeit und sind für uns in Dunkel gehüllt. Denn die ältesten geschichtlichen Funde, aus denen wir schließen, daß gewisse Natur-

produkte dem Menschen bekannt waren und von ihm benutzt wurden, lassen oft §. 324.
nicht entscheiden, ob es sich nur um Produkte handelte, welche die Natur dem Menschen freiwillig darbot, ohne daß er zu säen und zu ernten brauchte. Augenscheinlich liegt in der Natur der Pflanzen und in den klimatischen Bedingungen ihres Gedeihens der eine Grund, warum gerade gewisse Pflanzen am frühesten zum Anbau gekommen sind, und warum gerade in gewissen Ländern die Wiege ihrer Kultur gestanden hat. Daß die Qualität der Pflanze und ihrer Produkte, die sie zur Nahrung, dem nothwendigsten Bedürfnisse des Menschen, tauglich erscheinen läßt, in erster Linie ausschlaggebend sein mußte, ist selbstverständlich. Aber es ist zweitens von Bedeutung, daß die ältesten unserer Kulturpflanzen, wie die Getreidearten im weiteren Sinne und die Leguminosen, einjährige Pflanzen sind, die also am leichtesten und schnellsten aus ihren Samen wiederzugewinnen sind. Ein weiteres die Kultur erleichterndes und begünstigendes und darum die Anfänge der Kultur in gewissen Ländern erklärendes Moment sind die klimatischen Verhältnisse des Landes, in welchen die Bedingungen des Lebens und Gedeihens der Pflanzen liegen. Es ist klar, daß Gerste und Getreide in Mesopotamien und Egypten, Reis und mehrere Leguminosen im südlichen Asien, verschiedene hirseartige Gräser in Afrika, Mais, Kartoffeln, Bataten in Amerika vorzüglich günstige klimatische Verhältnisse finden, während der Norden Asiens, Europas und Amerikas eine dem Pflanzenleben weniger günstige Temperatur hat und in seiner ursprünglichen Vegetation wenig nutzbare Pflanzen producirt, die dem Menschen die Jagd und den Fischfang lohnender als den Ackerbau erscheinen lassen mußten. Es kommt aber ein zweites nicht in der Pflanze liegendes Moment hinzu: die Kulturfähigkeit des Volkes. Im allgemeinen liegen die Anfänge des Pflanzenbaues in Ländern, deren Bewohner schon frühzeitig auf einer hohen Kulturstufe standen. Dagegen ist z. B. in Australien, obgleich es eine große Anzahl Gewächse, welche nutzbare Produkte liefern, beherbergt, ein wirklicher Anbau dieser Pflanzen an dem Mangel an Civilisation der Eingeborenen gescheitert. Einer der ältesten Zeugen von Pflanzenkultur ist eine bildliche Darstellung von Feigen in der egyptischen Pyramide von Gizeh, deren Erbauung auf ungefähr 2000 Jahre vor Christi zurückverlegt wird, die also ein Alter von 4000 Jahren haben dürfte. Mindestens ebenso alt scheint der Ackerbau in China zu sein, wo der Kaiser Chen-nung 2700 v. Chr. eine Ceremonie einführte, bei welcher jährlich 5 Arten Nutzpflanzen, Reis, Soja, Korn und zwei Arten Hirse, gesäet werden mußten. Die fortdauernden Beziehungen Chinas mit Mesopotamien machen es wahrscheinlich, daß um dieselbe Zeit auch in den Ländern des Euphrat und des Nil Ackerbau üblich war. Die alten Egypter und Phönicier, desgleichen die arischen Völker, deren Wanderungen nach Europa ungefähr 2500 Jahre v. Chr. begannen, haben viele Kulturpflanzen mit nach Europa gebracht. Dennoch scheinen gewisse Pflanzen schon vorher in Europa und im nördlichen Afrika kultivirt worden zu sein. Manche Namen der Sprachen, die älteren Ursprunges als die arischen sind, und gewisse prähistorische Funde deuten darauf hin. Die ältesten Bewohner der Schweiz kultivirten schon zur Steinzeit gewisse Pflanzen, von denen einige asiatischen Ursprungs waren; in den Pfahlbauten der Schweiz sind Samen verschiedener Kulturpflanzen entdeckt worden, welche die Bewohner entweder durch Verbindungen mit den Ländern südlich der Alpen oder von den Iberen, welche vor den Celten Gallien bewohnten, erhalten haben konnten. Dagegen weisen die Reste in den Seen von Laybach in Oesterreich gar keine Cerealien, die von Mondsee in Oesterreich ein einziges Getreidekorn auf. Auch in Amerika scheint, wiewohl die historischen Belege der mexikanischen und peruanischen Geschichte lange nicht soweit zurückreichen wie die der alten Welt, doch die Kultur des Mais, des Tabaks und der Bataten nach Jahrtausenden zu zählen.

Die Ausbreitung der Kulturpflanzen von ihren Heimatsländern aus über ihre gegenwärtigen Wohnbezirke, läßt sich auf zweierlei Bedingungen zurückführen: 1) historische Begebenheiten, nämlich Wanderungen der Völker, Kriege, Entdeckungen und ähnliche umgestaltende Ereignisse im Leben der Völker, in die auch die Pflanzen, die im Dienste des Menschen stehen, mit hineingezogen wurden. So konnten z. B. naturgemäß diejenigen unserer Kulturpflanzen, deren Heimat Amerika ist, wie Kartoffeln, Mais, Tabak, erst nach Entdeckung dieses Erdtheiles nach Europa kommen. 2) klimatische Verhältnisse, denn durch die äußeren

§. 324. Bedingungen des Pflanzenlebens, wie sie in erster Linie im Klima eines Landes zum Ausdruck kommen, wird die natürliche Grenze der Möglichkeit des Pflanzenbaues vorgezeichnet.

Wir stellen im folgenden die historischen Daten der Verbreitung der wichtigsten derjenigen Kulturpflanzen zusammen, welche von ihrer ursprünglichen Heimat aus sich über größere Theile der Erdoberfläche verbreitet haben.

1) Getreidepflanzen oder Cerealien.

1) **Weizen** (*Tritĭcum vulgāre*). Die Anfänge seiner Kultur sind prähistorisch. Die ältesten Denkmäler Egyptens zeigen bereits die Kultur dieser Pflanze an. In Europa findet sich nach Heer bei den ältesten Bewohnern der schweizer und oberitalienischen Seen, die ungefähr Zeitgenossen des trojanischen Krieges gewesen sein dürften, ein kleinkörniger mit dem jetzigen nicht identischer Weizen, dessen Kultur sich dort erhalten hat bis zur Zeit der Römerzüge. Die Chinesen kultivirten 2700 Jahre vor unserer Zeitrechnung Weizen. Der Name Weizen kommt auch schon in den ältesten Sprachen (Chinesisch, Sanskrit, Hebräisch, Egyptisch ꝛc.) vor. Gleichwohl ist es nicht wahrscheinlich, daß er eine ursprünglich über weite Länder verbreitet wildwachsende Pflanze war, weil sich sonst wildwachsende Nachkommen daselbst erhalten haben müßten, was nicht der Fall ist. Die Kultur muß also viel älter als der Ursprung dieser Sprachen sein. Unter den ältesten Schriftstellern sind namentlich zwei, Berosus (Zeitgenosse Alexanders des Großen) und Strabo, welche von dem wilden Vorkommen des Getreides in Mesopotamien und im westlichen Indien erzählen. Auch behauptet Olivier, auf seinen Reisen ins othomanische Reich (1807) Weizen und Spelt wildwachsend in Mesopotamien gefunden zu haben. Hiernach ist zu vermuthen, daß der Weizen in diesen Gegenden einheimisch ist, sich aber von dort aus nach Osten und Westen bereits in einer Zeit verbreitet hat, in welche unsere historischen Quellen nicht mehr zurückreichen. Die anderen nächstverwandten Weizenarten, *Tritĭcum durum*, *turgĭdum* und *polonĭcum* sind vielleicht nur im Laufe der Zeit durch Kultur vom gemeinen Weizen abgeleitete Racen. Der Weizen bedarf unter unseren Cerealien der meisten Wärme, eine mittlere Sommertemperatur von + 14°. Gegenwärtig ist der Weizenbau über die ganze gemäßigte und subtropische Zone der Alten und Neuen Welt verbreitet; in der heißen Zone kann der Anbau nur noch auf Bergen stattfinden, deren Temperatur derjenigen unserer Gegenden entspricht. In der Nähe des Aequators hat man noch Weizenfelder in einer Höhe von 10000′ (3248 m).

2) **Spelt** oder **Dinkel** (*Tritĭcum spelta*), **Emmer** (*Tritĭcum dicŏccum*) und **Einkorn** (*Tritĭcum monocŏccum*), d. s. die bespelzten Weizenarten. Spelz wird gegenwärtig nur in Süddeutschland und in der Schweiz gebaut. In den schweizerischen und oberitalienischen Seen kommt er nicht vor. Auch giebt es keinen Namen für ihn im Sanskrit, Indischen und Persischen, während seine europäischen Namen auf eine alte Kultur im östlichen Europa hindeuten. Dioscorides unterscheidet zwei Sorten ζεῖα, eine mit zwei, die andere mit einem Korn, die also dem Spelt oder Dinkel und dem Einkorn zu entsprechen scheinen; und eins von beiden ist vielleicht auch das Far des Plinius gewesen. In den Denkmälern Egyptens fehlen diese Pflanzen, auch werden sie jetzt daselbst nicht angebaut. Dagegen will Olivier den Spelt in Mesopotamien wildwachsend angetroffen haben. Das Einkorn, welches jetzt vorwiegend in Gebirgsgegenden Südeuropas angebaut wird, soll nach mehreren Beobachtern in Serbien, Griechenland und Kleinasien wild vorkommen. Vermuthlich hat sich die Trennung der bespelzten und nacktkörnigen Weizenarten schon frühzeitig am Anfange des ganzen Ackerbaues vollzogen, aber während die nacktkörnigen in Asien erschienen, dürften die bespelzten mehr im südöstlichen Europa aufgetreten sein, und unter diesen ist vielleicht das Einkorn die älteste Form gewesen.

3) **Gerste** (*Hordĕum vulgāre*, *distĭchum* und *hexastĭchum*). Schon die alten Schriftsteller sprechen von Gerste, und namentlich ist es die zweizeilige und sechszeilige, welche man im Alterthum baute, und die auch in den schweizerischen und oberitalienischen Seen aus einer Zeit gefunden wurde, wo die Bewohner die

Metalle noch nicht kannten. Auch vierzeilige Gerste wird bei Theophrast erwähnt, §. 324.
scheint aber weniger gebaut worden zu sein, fehlt auch unter den Pflanzen der Pfahlbauten. In den egyptischen Monumenten kommt nur die sechszeilige vor. Wildwachsend ist die zweizeilige in mehreren Ländern des östlichen Asiens gefunden worden. Die Gerste, für welche schon eine mittlere Sommertemperatur von 8° zur Reife genügt, gedeiht noch im nördlichen Schottland auf den Orkaden und selbst auf den Faroern am Nordkap noch unter 70°, am Weißen Meere unter dem Polarkreise, wird deshalb zwischen 45° und 70° auch im Ostkontinente, im nördlichen Amerika, sowie in Australien gebaut.

4) **Roggen** (*Secāle cereāle*) hat als Kulturpflanze ein jüngeres Alter als die vorigen Getreidearten, wenigstens im Orient. Den alten chinesischen Ackerbauern soll er unbekannt gewesen sein. Auch findet sich sein Name nicht in den semitischen Sprachen, im Sanskrit und den davon abgeleiteten indischen Sprachen. Ebenso fehlt er bei den alten Egyptern, auch die alten Griechen kannten ihn nicht, und erst Plinius spricht von *Secāle*, welches am Fuße der Alpen kultivirt werde. Galenus (geb. 131 n. Chr.) erzählt von Roggenanbau in Thracien und Macedonien. Doch dürften alle diese Kulturen nicht alt sein. Denn in den Pfahlbauten der schweizerischen und oberitalienischen Seen fehlt der Roggen noch im Broncezeitalter, ist aber aus der Römerzeit gefunden worden. Die im Angelsächsischen, Skandinavischen, Alt-Allemannischen, Alt-Slavischen ꝛc. vorhandenen Namen für den Roggen deuten auf eine alte Kultur in den germanischen, celtischen und slavischen Ländern. Daß das bretonische Wort Segal und das baskische Cekela oder Zekhalea dem lateinischen *Secāle* den Ursprung gegeben, ist vielleicht weniger wahrscheinlich, als daß umgekehrt diese Völker ihre Bezeichnungen von den Römern entlehnt haben. Da nun der Roggen in Oesterreich besonders leicht verwildert, und da zwischen den österreichischen Alpen und dem Norden des Kaspischen Meeres mehrere andere *Secāle*-Arten (*S. fragile* ꝛc.) einheimisch sind, so liegt die Vermuthung nahe, daß diese Länder auch die Heimat des Roggens sein mögen. Gegenwärtig ist der Roggen das charakteristische Getreide für Nord- und Mitteleuropa, im Nordwesten bis 67°, im Innern Rußlands bis 62°; in anderen Ländern wird er seltener gebaut.

5) **Hafer** (*Avēna satīva*) ist bei den alten Egyptern unbekannt, hat auch keinen Namen im Sanskrit und den indischen Sprachen. Was die alten Griechen βρόμος, die Römer *avēna* nannten, bezog sich auf Unkräuter unter dem Getreide. Die Römer fütterten die Pferde mit Gerste. Nach Plinius scheinen dieselben den kultivirten Hafer erst von den Germanen kennen gelernt zu haben. Man hat ihn auch gefunden in den Resten der Bewohner der schweizer Seen aus dem Broncezeitalter, sowie in mehreren Gräbern in Deutschland aus den ersten Jahrhunderten des christlichen Zeitalters, während er in den oberitalienischen Seen nicht entdeckt worden ist. Auf sein altes Vorkommen im Norden und Osten der Alpen deuten auch die alten europäischen Namen, von denen das lateinische *Avēna* abzustammen scheint. Damit im Zusammenhange steht es wohl auch, daß der Hafer bei uns am leichtesten unter allen Getreidearten verwildert. Hafer wird namentlich im mittleren und nördlichen Europa gebaut, in Schottland bis 58½°, in Norwegen bis 65°, in Schweden bis 63½°, in Rußland ungefähr bis an die Polargrenze des Roggens.

6) **Gemeine Hirse** (*Panīcum miliacĕum*), eine Kulturpflanze aus prähistorischer Zeit, deren Namen im Sanskrit, im Egyptischen und Arabischen vorkommt, die bei den Griechen und Römern bekannt war, und in den Pfahlbauten der Schweiz schon im Steinzeitalter sich findet, vielleicht auch schon von den alten Chinesen kultivirt wurde.

7) Der **Reis** (*Orȳza satīva*) hat seine Heimat in Asien, wo er seit den ältesten Zeiten gebaut wurde, wie seine Namen im Sanskrit und die historische Thatsache beweisen, daß er in China schon 2700 v. Chr. gesäet wurde. Aus dem alten Egypten ist nichts über ihn vorhanden. Er muß sich also von China aus nach Babylonien und Syrien verbreitet haben. Die Griechen lernten ihn erst durch den Zug Alexanders des Großen kennen. In Spanien ist er durch die Araber, in Italien erst 1468 bei Pisa eingeführt worden. Die Kulturen in Lom-

§. 324. fiana in Nordamerika sind neueren Ursprungs. Er ist jetzt Hauptnahrungsmittel in der tropischen Zone der alten, sowie in der tropischen und subtropischen Zone der neuen Welt. Er fordert eine mittlere Sommerwärme von 23° bei hinreichender Feuchtigkeit. Die Grenze des Reisbaues liegt daher zwischen 0° und 45° der Breite. Er wird deshalb vom Aequator an bis zum 45° gebauet und ist also das allgemeinste Nahrungsmittel der Japaner, Chinesen, Nord- und Westindier, der Bewohner des asiatischen Archipelagus, der Bewohner von Madagascar, Mozambique, Guinea, sowie der neuen Welt, namentlich in den Vereinigten Staaten; auch in Italien, wo die nördlichsten europäischen Reisfelder in der Lombardei und Piemont sich finden.

8) **Mais, Welschkorn** oder **türkischer Weizen** (*Zea mais*), dessen Vaterland wahrscheinlich das heiße Amerika ist, wo ihn die Europäer nach ihrer Ankunft schon überall kultivirt fanden mit eigenthümlichen Namen: Maize ꝛc. Auch hat er sich unmittelbar nach der Entdeckung Amerikas schnell über Europa verbreitet. Die Namen Welschkorn, türkischer Weizen sind darauf zurückzuführen, daß in Europa seine Kultur von den südlichen Ländern aus sich verbreitete. In Amerika scheint Maisbau seit alten Zeiten betrieben worden zu sein, wie die Ueberreste beweisen, welche man in den ältesten Denkmälern, den Gräbern der Mounds in Nordamerika, in denen der Inkas und der Peruaner gefunden hat. Der Mais wird jetzt vorzüglich unter den Tropen der neuen Welt bis zu einer Höhe von 500′ bis 1000′ (163—325 m) über dem Meere gebauet, und außer den Tropen in Amerika bis zum 54° in Norden und 40° in Süden, von Kanada bis Laplata, in Südeuropa bis zum 52°, überall, wo die Sommertemperatur wenigstens 18° beträgt; im Dorfe Lescans, im Departement der niederen Pyrenäen, noch bis 3000′ (975 m) über dem Meere; auch in Central-Afrika und in Australien.

2) Kulturpflanzen, deren unterirdische Theile Nahrung liefern.

1) **Kartoffel** (*Solānum tuberōsum*), als Nahrungspflanze die wichtigste aller Knollengewächse. Wir verdanken sie Amerika, wo die kalten Höhen der Anden ihre eigentliche Heimat sind. Schon zur Zeit der Entdeckung Amerikas wurde sie in den gemäßigten Regionen der Anden von Chile bis Neugranada kultivirt. Sie findet sich noch wild wachsend in Chile in einer unserer Kulturpflanze ähnlichen Form, und ihr Anbau muß sich schon vor der Entdeckung Amerikas von Chile aus über Peru bis nach Neugranada verbreitet haben. Nach Europa ist die Pflanze wahrscheinlich auf zwei Wegen ungefähr gleichzeitig gekommen, zuerst um 1580 durch die Spanier direkt aus Südamerika nach Spanien, von wo aus sie sich zunächst nach Italien und Burgund verbreitete. Der Name Kartoffel stammt von dem italienischen Tartuffi oder Tartuffoli (wegen der Aehnlichkeit mit den Trüffeln). Unabhängig davon kam die Kartoffel durch den englischen Admiral Walter Raleigh oder vielmehr durch dessen Reisebegleiter Thomas Herriott 1585 oder 1586 aus Virginien nach Irland. Da nun aber zur Zeit der Entdeckung Amerikas weder in Mexiko noch in Carolina und Virginien Kartoffelbau bekannt war, so ist anzunehmen, daß die Knollen durch den Schiffsverkehr aus den Heimatländern nach Virginien gekommen sind. In Deutschland pflanzte sie zuerst Clusius 1588 in den botanischen Gärten von Wien und Frankfurt. Während des 17. Jahrhunderts machte ihre Kultur wenig Fortschritte, und erst seit dem siebenjährigen Kriege ist sie allgemein in die Landwirthschaft eingeführt worden. Gegenwärtig ist die Kultur der Kartoffelpflanze von Norden nach Süden über die ganze Erde verbreitet, von Hammerfest, der nördlichsten Stadt Europas unter 70° 40′ N. Br. bis nach Neuseeland. Sie überragt mithin die Grenze aller Getreidekultur, und geht daher auch in den europäischen Gebirgen am höchsten, bis zu 5700′ (1852 m) auf der Sonnenseite in den schweizer Alpen.

2) **Tarro** (*Colocasia antiquōrum* Schott., *Arum esculēntum* L.), deren große, mehlige Wurzelknollen gegenwärtig in allen Tropenländern, vorzüglich in Asien, in Afrika, auf dem Festlande von Amerika, in Westindien, so wie in der Südsee und in Ostindien die Hauptnahrung der Bewohner bilden, noch mehr wie die Kartoffeln oder bei uns das Brot. Die Pflanze ist in Indien, auf Ceylon,

Sumatra und mehreren Inseln des indischen Archipels einheimisch. In China §. 324.
wird die Pflanze ungefähr seit dem ersten Jahrhundert unsers Zeitalters erwähnt. Die ersten europäischen Seefahrer trafen ihre Kultur auch bereits in Japan und bis zum nördlichen Theile Neuseelands. Aus Indien ist die Pflanze nach Egypten gekommen, wo jedoch in den alten Denkmälern noch keine Spur von ihr zu finden ist, während Plinius ihr Vorkommen in Egypten bereits erwähnt.

3) **Manioc** oder **Cassave** (*Jatrŏpha manĭhot* L. oder *Manĭhot utilissĭma* Pohl.), aus deren Wurzeln das Mandioca-Mehl oder die Cassava bereitet wird, die zum Brotbacken ꝛc. dient. Eine gewöhnliche Nahrungspflanze in allen äquatorialen und tropischen Ländern, besonders in Brasilien und auf den Antillen, weniger allgemein und weniger alt in Afrika, modernen Ursprungs in gewissen asiatischen Kolonien. Ihr amerikanischer Ursprung ist als erwiesen zu betrachten, denn bei Ankunft der Europäer bestand ihre Kultur schon bei den Eingeborenen Brasiliens, Guyanas und des wärmeren Mexiko; übrigens sind auch alle übrigen der zahlreichen Arten der Gattung *Manĭhot* in Amerika einheimisch. Die Einführung in die alte Welt geschah daher wahrscheinlich im 16. Jahrhundert.

3. Baumfrüchte.

1) **Kernobstbäume.** Der Apfelbaum (*Pĭrus malus* L.) kommt im wilden Zustande in ganz Europa, in Anatolien, im westlichen Kaukasus, in Persien und dem nordwestlichen Theile Indiens vor. Doch reicht auch seine Kultur in denselben Ländern schon in prähistorische Zeiten zurück. In den älteren indischen Sprachen fehlt der Name des Apfelbaumes; wohl aber haben wahrscheinlich die westlichen arischen Stämme dafür einen Namen gehabt mit der Wurzel Ab oder Af, und diese tritt in mehreren europäischen Sprachen arischen Ursprungs wieder hervor (wie das altallemanische Aphal, das angelsächsische Appel etc.). In den Pfahlbauten der Schweiz finden sich denn auch bereits aus dem Zeitalter vor der Bekanntschaft mit den Metallen reichlich Aepfel, von denen es nur zweifelhaft ist, ob sie von den wilden Pflanzen entlehnt oder schon in Kultur genommen waren. Der Ursprung des griechischen Namens μῆλον und des lateinischen malum ist unbekannt. Auch der Birnbaum (*Pĭrus commūnis* L.) zeigt sich wild in ganz Europa und dem westlichen Asien. Sein Name deutet ebenfalls auf arischen Ursprung, wie denn auch die Funde in den Pfahlbauten aus der Zeit vor der Bekanntschaft mit den Metallen, wenn auch weniger reichlich als Aepfel, Birnen aufweisen. Die edleren Obstsorten sind indes, zum Theil schon im Alterthum, wo Griechen und Römer viel Obstbau trieben, aus Kleinasien nach Europa gekommen. Im Abendlande beginnt namentlich mit Karl dem Großen der Obstbau eine größere Rolle zu spielen.

2) **Steinobstbäume.** Die Heimat der Kirschbäume sind die Länder südlich des Kaspischen und Schwarzen Meeres. Von unseren beiden Arten, dem Süßkirschbaume (*Prunus avĭum*) und dem Sauerkirschbaume (*P. cerăsus*), die vielleicht von einer gemeinsamen Stammform sich ableiten, hat der erstere als die kräftigere und anspruchslosere Form sich früher als der andere über die Kulturländer verbreitet, sei es durch Kultur, sei es durch Vögel. Denn die Süßkirsche kommt schon in den Pfahlbauten der Schweiz vor, jedoch noch nicht zur Steinzeit. Ihr Vorhandensein in Europa ist also vielleicht nicht älter als die arischen Wanderungen. Schon bei Theophrast bedeutet κέρασος *Prunus avĭum*; doch ist aus den alten Schriftstellern nicht immer sicher zu entnehmen, welche der beiden Arten gemeint ist. Daß derjenige Kirschbaum, welchen Lucullus 64 v. Chr. aus Kleinasien mitbrachte und im Triumphzuge in Rom aufführte, der erste seiner Art in Europa gewesen ist, wie gewöhnlich angenommen wird, ist unrichtig; vielmehr hat es wenigstens Süßkirschen lange vorher in Italien gegeben und Lucullus scheint nur eine besonders edle Sorte, zweifelhaft von welcher der beiden Arten, mitgebracht zu haben. Die Stadt Cerasunt in Kleinasien hat ihren Namen von der lebhaften Kirschbaum-Kultur daselbst erhalten, nicht umgekehrt der Kirschbaum von ihr. Auch in Indien wird dieser Baum nur kultivirt angetroffen und die alten Chinesen kannten unsere beiden Kirschen nicht; dies und das Fehlen eines Sanskritnamens

§. 324. spricht dafür, daß er sich auch dorthin erst aus seiner Heimat verbreitet hat. Von unseren beiden kultivirten Pflaumenarten wird *Prunus domestica* wildwachsend ebenfalls in den Ländern südlich des Schwarzen und Kaspischen Meeres gefunden, *P. insititia* auch im südlichen Europa. Von letzteren finden sich auch schon in den Pfahlbauten die Kerne, und beide Arten wurden bereits von den alten Griechen und Römern kultivirt. Der Aprikosenbaum, der zu Theophrast's Zeiten in Europa noch unbekannt war, wird zuerst von Dioscorides erwähnt: sein Name *armeniăca* deutet seine armenische Heimat an, doch soll er auch in China wild vorkommen. Ebenso wurde der Pfirsichbaum, der zu Theophrast's Zeit durch den Feldzug Alexander des Großen nach Europa kam, von den Griechen, weil sie ihn aus Persien erhielten, *persica* genannt. Auch er stammt vielleicht ursprünglich aus China.

3) Der **Weinstock** (*Vitis vinifĕra* L.) wächst als eine Schlingpflanze an Bäumen wild in Armenien, südlich des Kaukasus und des Kaspischen Meeres, und er tritt dort schon in seinem wilden Vorkommen in mehreren Varietäten auf. Vielleicht reicht aber seine Existenz in Europa auch schon in vorhistorische Zeiten zurück, möglicherweise vor die Existenz des Menschengeschlechts, so daß seine Verbreitung vielleicht durch Vögel stattgefunden hat. Denn Weinblätter sollen in den Tuffs von Montpellier und von Meyrargue in der Provence gefunden worden sein, welche zwar jünger als die Tertiärperiode aber sicher prähistorisch sind. In Pfahlbauten Oberitaliens sind aus der Broncezeit stammend Weinkerne gefunden worden. Der Gebrauch des Weins scheint den Semiten und Ariern in gleicher Weise bekannt gewesen zu sein, so daß sie ihn in den Ländern, in welche sie einwanderten, in Indien, in Europa und in Egypten, einführen konnten, und dies um so mehr, als sie die Pflanze wohl schon in mehreren dieser Länder wild vorfanden. Die Ueberreste in den Grabgewölben der alten Egypter weisen auf einen Gebrauch des Weins schon vor 5—6000 Jahren hin. In Kleinasien und Griechenland war schon in vorhomerischer Zeit Weinbau und Weingenuß verbreitet, wie viele Stellen der homerischen Gesänge beweisen. Italien erhielt den Weinbau erst später, denn in der ersten Zeit des römischen Staates muß daselbst der Weingewinn noch sehr gering gewesen sein. Nach Varro (72 v. Chr.) hatten die Gallier jenseits der Alpen noch keinen Weinbau, lernten aber die Pflanze von den Römern kennen, denn Plinius spricht schon von dem Wein der Bituriger (Bordeaux). Der römische Kaiser Probus ließ in Gallien, am Rhein und in Ungarn die ersten Weinberge anlegen. Um die Ausbreitung des Weinbaus in Deutschland hat Karl der Große viele Verdienste. Im 11. Jahrhundert kam der Weinstock nach Thüringen und verbreitete sich dann weiter nach der Altmark, Pommern und selbst bis Tilsit und Königsberg; doch vernichtete der Winter 1437 alle Weinberge an der Weichsel. Nach Amerika, wo indessen andere Arten einheimisch sind und gebaut werden, haben die ersten europäischen Kolonisten den europäischen Weinstock verpflanzt. Auch am Kap der guten Hoffnung sowie in Australien hat man den Weinbau eingeführt.

4) Die **Banane** (*Musa sapientum* L. und *paradisiăca* L.) wird ihrer eßbaren Früchte und sonstigen nutzbaren Produkte wegen in den meisten Tropenländern und außer der heißen Zone noch bis 30° und 34°, besonders im südlichen Asien, auf den Inseln des indischen Archipels und des großen Oceans, im tropischen Afrika sowie im tropischen Amerika, unter dem Aequator bis 5000′ (1625 m) hoch hinauf, kultivirt. Man nahm früher an, daß die Banane im südlichen Asien einheimisch und durch die Europäer nach Amerika gekommen sei. Nach A. v. Humboldt finden sich aber am Orinoco ꝛc. Bananenkulturen bei Völkern, die keine Verbindung mit den europäischen Ansiedelungen haben; auch scheint aus den ältesten Schriftstellern über Amerika hervorzugehen, daß schon vor der Entdeckung daselbst Bananen gebaut wurden. Humboldt hat daher die Hypothese aufgestellt, daß man unter Bananen mehrere Arten oder Varietäten von *Musa* vermengt hat, welche in ihren jetzigen Kulturländern einheimisch gewesen sein mögen. Im südlichen Asien, sowohl auf dem Festlande, wie auf den Inseln giebt es zahlreiche Formen von *Musa*, die dort auch zum Theil wild vorkommen. In Amerika soll letzteres nicht der Fall sein, und es bleibt daher zweifelhaft, ob die Banane wirklich auch in der

Neuen Welt ursprünglich einheimisch ist oder durch eine unbekannte frühere Ver- §. 324.
bindung von den Südseeinseln oder von der Guineaküste eingewandert ist.

5) Die **Cocospalme** (*Cocos nucifĕra*) wegen ihrer vielfältigen Produkte, wie Früchte, Holz, Fasern ꝛc., eine der nützlichsten Pflanzen der heißen Zone, verlangt ein feuchtes und warmes Klima, gedeiht daher nicht über 28° hinaus und nur in der Nähe der Meeresküsten; in solchen Ländern wird sie aber allgemein im südlichen Asien, Afrika und Amerika kultivirt. Martius vermuthete, namentlich in Hinblick auf die Thatsache, daß die meisten anderen Arten von *Cocos* amerikanische sind, die Cocospalme sei in Centralamerika einheimisch und von dort aus nach dem indischen Archipel gewandert. Allerdings hat man sie im 16. Jahrhundert reichlich auf der Westseite Mexikos angetroffen. Für die asiatische Heimat spricht aber erstens, daß die Cocospalme schon seit sehr langer Zeit mit den Völkern der asiatischen Inseln, was Kultur, Anwendung, Zahl der Varietäten ꝛc. anlangt, innig verwachsen ist, zweitens, daß durch mehrere Sanskritnamen die Existenz der Cocospalme in Asien seit 3—4000 Jahren constatirt ist, drittens daß in Amerika die Kultur dieser Palme vor dreihundert Jahren lange nicht die Ausbreitung hatte wie zur nämlichen Zeit in Asien, viertens daß in den alten Denkmälern der Mexikaner nichts diesen Baum andeutet und fünftens daß die Bewohner der asiatischen Inseln wohl bessere Seefahrer gewesen sind als die amerikanischen Indier. In Brasilien, auf den Antillen und auf der Westseite Afrikas hat die Kultur der Cocospalme sicher erst vor ca. 300 Jahren begonnen.

4. Kulturpflanzen, welche verschiedene andere Naturprodukte liefern.

1) **Lein** oder **Flachs**, eine der ältesten Kulturpflanzen, deren Stengel die wichtigste vegetabilische Gespinnstfaser und deren Samen Oel liefern. Es müssen hauptsächlich zwei Formen unterschieden werden: *Linum angustifolium* mit meist perennirender Wurzel, mehreren Stengeln und kleineren, an der Spitze kaum gekerbten Samen, wildwachsend in den Ländern von den kanarischen Inseln bis nach Palästina und dem Kaukasus, wurde wie die Ueberreste von Pflanzen, Kapseln und Samen in den Pfahlbauten der Schweiz und von Oberitalien aus dem Steinzeitalter beweisen, hier schon vor der Eroberung durch die arischen Völker kultivirt. Später ist seine Kultur ersetzt worden durch diejenige des *Linum usitatissĭmum*, einer einjährigen, einstengligen Pflanze mit größeren, an der Spitze gekerbten Samen. Diese Form, welche in den Ländern zwischen dem Persischen Meerbusen, dem Kaspischen und Schwarzen Meere einheimisch ist, wurde seit 4—5000 Jahren, in Mesopotamien, Assyrien und Egypten kultivirt. Es wird dies bewiesen durch die mikroskopische Untersuchung der Fasern der Stoffe der egyptischen Mumien, welche stets in leinene Zeuge gehüllt waren, sowie durch die Darstellungen der Pflanze in den altegyptischen Denkmälern und die noch aufgefundenen Kapseln und Samen. Wann der einjährige Lein in Europa an die Stelle des perennirenden getreten ist, ist nicht genau bekannt; doch scheint es schon vor der christlichen Zeitrechnung geschehen zu sein, denn schon Plinius erzählt, daß man den Lein im Frühjahr säet und im Herbst ausrauft. Wahrscheinlich haben erst die arischen Völker den einjährigen Lein nach Europa gebracht, und dieser scheint der einzige gewesen zu sein, welchen man nördlich der Alpen baute, weil das Klima ihm mehr als dem perennirenden Lein zusagt und weil man auch in den Pfahlbauten von Laibach und Mondsee keinen Lein findet. Der Name Lein, lin, linum ꝛc. findet sich in allen mitteleuropäischen Sprachen arischen Ursprungs und hat nichts gemein mit dem Namen der Pflanze in den Sprachen der indischen Arier, denn sie heißt im Sanskrit Ooma, Atasi, Utasi, im Hebräischen Pischta. Die Leinkultur muß also schon bei den westlichen Ariern vor ihrer Ankunft in Europa begonnen haben. Die eigenen Namen in den verschiedenen Sprachenklassen deuten darauf hin, daß die verschiedenen Länder schon früh gleichzeitig und unabhängig von einander die Pflanze kultivirten.

2) Die **Baumwollenpflanze** wird gegenwärtig in den meisten wärmeren Ländern der Erde gebauet. Sie verlangt ein feuchtwarmes Klima mit 15—20°

§. 324. Mitteltemperatur. In Nordamerika erstreckt sich der Baumwollenbau durchschnittlich bis zum 35° N. Br. In Asien kultivirt man sie in Vorder- und Hinterindien, Vorderasien und in China und Japan bis 41° N. Br. Europa hat Baumwollenpflanzungen in Südspanien, Süditalien und Sicilien, im Peloponnes, in der Krim und bei Astrachan bis 46° N. Br. In Afrika wird die Pflanze in Egypten, Algier und an der Südspitze des Erdtheiles angebaut, in Südamerika in Brasilien, Paraguay, Uruguay, Laplatastaaten, in Südaustralien und auf mehreren Südseeinseln. Bezüglich der Heimat der Pflanzen müssen die einzelnen in Kultur befindlichen Arten unterschieden werden. Die krautige Baumwollenpflanze (*Gossypium herbaceum* L.) ist in Ostindien und im indischen Archipel einheimisch, wo sie noch wild wächst und von wo aus sie sich schon früh nach Westen verbreitet haben muß, denn die Griechen lernten sie, wie Theophrast erzählt, schon auf dem Zuge Alexanders des Großen kennen und bauten sie schon im Alterthume. Die Araber verbreiteten die Pflanze weiter um das Mittelländische Meer. Sie ist jetzt in Nordamerika die am meisten kultivirte Species und dorthin von Europa aus, etwa seit hundert Jahren, eingeführt worden. Die baumartige Baumwollenpflanze (*G. arboreum* L.) hat ihr Vaterland im tropischen Afrika, denn sie wächst wild in Oberegypten, Abyssinien und Oberguinea. Ob sie schon im Alterthume in Egypten kultivirt wurde, ist zweifelhaft; sicher ist ihre Kultur daselbst erst im 16. Jahrhundert nachgewiesen worden. Sie wird jetzt auch in Nordamerika, West- und Ostindien kultivirt. Die westindische Baumwollenpflanze (*G. barbadense* L.) ist in Amerika einheimisch; die Spanier fanden zur Zeit der Entdeckung Amerikas bereits Baumwollenkultur auf den Antillen, in Mexiko, Brasilien und Peru; nur sind die verschiedenen amerikanischen Formen von *Gossypium*, die man als besondere Species unterschieden hat und welche Masters unter *barbadense* zusammenfaßt, noch nicht genau bekannt und in Beziehung zu den jetzigen Kulturformen gebracht.

3) Der **Kaffeebaum** (*Coffea arabica* L.), dessen Kultur sich gegenwärtig über die Tropen beider Erdhälften erstreckt, ist wildwachsend gefunden worden in Abyssinien, im Sudan, in Mozambique und Guinea, aber bis jetzt noch nicht in Arabien; übrigens verwildert er da, wo er kultivirt wird, ziemlich leicht. Der Gebrauch des Kaffees soll nach einem arabischen Schriftsteller des 15. Jahrhunderts in Abyssinien in undenkliche Zeiten zurückreichen, in Arabien aber durch einen Mufti von Aden, einen Zeitgenossen von ihm, welcher in Persien die Gewohnheit des Kaffeetrinkens kennen lernte, eingeführt worden sein. Vom Orient aus hat sich aber der Kaffee erst spät verbreitet. Denn die Kreuzfahrer hatten noch keine Kenntniß von ihm, und erst 1596 sandte Bellus Samen an Clusius, aus welchen die Egypter den Kaffeetrank bereiteten; und um dieselbe Zeit lernte Prosper Alpin den Baum in Egypten kennen, wo er den Namen Bunnu, Buncho, Bunca, wie jetzt noch in Abyssinien Boun führt, während das Wort Kaffee von Cavé stammt, womit die Egypter nur den bereiteten Trank bezeichneten. Um 1690 wurden auf Veranlassung von Nicolas Witsen, Bürgermeister von Amsterdam und Direktor der indischen Kompagnie, Kaffeebohnen aus Arabien nach Batavia gebracht. Lebende Bäumchen kamen dann von dort aus nach Amsterdam und wurden auch Anfang des vorigen Jahrhunderts in französischen Gärten eingeführt und daselbst vermehrt. Die ersten Kaffeeplantagen in Amerika wurden durch die Holländer 1718 in Surinam angelegt; um 1720 kam die Pflanze nach Martinique, von dort aus nach und nach auf die übrigen französischen Inseln. Um 1718 brachte man Kaffeepflanzen von Moka nach der Insel Bourbon. Gegenwärtig hat sich die Kaffeebaumkultur besonders auf Java, Ceylon, auf den Antillen und in Brasilien verbreitet.

Literatur: Unger, Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. Wien 1852. — Derselbe, Botanische Streifzüge auf dem Gebiete der Kulturgeschichte. Wien 1857—1867. — Lenz, Botanik der alten Griechen und Römer. Gotha 1859. — Hahn, Kulturpflanzen und Hausthiere in ihrem Uebergang aus Asien. Berlin 1870. — Heer, Die Pflanzen der Pfahlbauten. Zürich 1865. — De Candolle, Origine des plantes cultivées. Paris 1883.

X. Abschnitt.

Von den Nutzpflanzen.

§. 325. Das Pflanzenreich liefert eine Menge Naturprodukte, welche für die Zwecke des menschlichen Lebens Anwendung finden. Man nennt alle diese Pflanzen Nutzpflanzen und denjenigen Zweig der Botanik, welcher sich mit ihnen beschäftigt, die angewandte Botanik (§. 2.). Viele Nutzpflanzen bieten schon in ihrem wildwachsenden Vorkommen ihre nutzbaren Produkte dem Menschen in einer für die Zwecke desselben genügenden Quantität. Zahlreiche andere werden, um ihre Produkte in der nöthigen Menge zu gewinnen, im großen angebaut. Diese Kulturpflanzen sind Gegenstand besonderer Berufszweige, die wir zusammen als Pflanzenbau bezeichnen; die Landwirthschaft oder der Ackerbau beschäftigt sich mit dem Anbau der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen oder der Feldfrüchte, der Obstbau mit der Kultur der Obstbäume, die Forstwirthschaft oder der Waldbau mit dem Anbau und der Pflege der forstlichen Kulturpflanzen, der Gartenbau mit der Kultur der Gartenpflanzen, speciell der Zierpflanzen, Gemüsepflanzen, Handelspflanzen ꝛc. Wir stellen im folgenden die Nutzpflanzen nach den verschiedenen Produkten, die sie uns liefern, zusammen, und unterscheiden darnach die Nahrungspflanzen, zu denen die Getreidepflanzen, Obstpflanzen und die verschiedenen Küchengewächse gehören, denen sich diejenigen, welche Getränke liefern, sowie diejenigen, von denen wir Genußmittel entlehnen, anschließen; an diese reihen sich die Kulturpflanzen. Eine Menge Pflanzen liefern Produkte, welche in den Gewerben und Künsten Anwendung finden; wir können sie als technische Nutzpflanzen bezeichnen und ordnen sie nach den Produkten: Holz, Kork, Fasern und dergl. (Geflecht- und Gespinnstpflanzen ꝛc.), Stärkemehl, Zucker, Gummi und Pflanzenschleim, Seifenstoffe, Gerbstoffe (Gerberpflanzen), Oele, Fette und Wachs (Oelpflanzen), ätherische Oele, Harze, Gummiharze ꝛc., Farbstoffe (Färberpflanzen) und verschiedene andere chemische Produkte. Als Zierpflanzen fassen wir diejenigen Gewächse zusammen, welche in Gärten und Parks gezogen und gehalten werden, sowie diejenigen, welche in Töpfen in den Zimmern u. s. w. kultivirt oder welche sonst zu Dekorationszwecken verwendet werden. Diejenigen Pflanzen, welche uns Arzneimittel liefern, werden unter dem Titel Arzneipflanzen aufgeführt. Wir schließen endlich den Nutzpflanzen auch gewisse schädliche Pflanzen an und haben von diesen hier nur noch die Giftpflanzen zusammenzustellen, da die schädlichen Unkräuter schon oben in der Pflanzengeographie (§. 311.), die Schmarotzerpflanzen, welche Krankheiten der Pflanzen und Thiere veranlassen, bereits in der Pflanzenpathologie (§. 266.), sowie in der Morphologie der Thallophyten kurz erwähnt sind.

I. **Getreidepflanzen**, welche Mehl in ihren Früchten, Knollen oder im Marke liefern.

§. 326. Getreidepflanzen im weitesten Sinne sind alle diejenigen Pflanzen, von denen gewisse Theile sich zu **Mehl** zermahlen lassen, aus welchem man Brot oder andere Backwerke herstellen oder welches man auch in anderer Zubereitung zur menschlichen Nahrung verwenden kann. Dasselbe enthält als wesentliche Bestandtheile Stärkemehl (§. 201.) und stickstoffhaltige Verbindungen und zwar eiweißartige Stoffe, unter denen Kleber (§. 209.) vorwaltet. Auf der Anwesenheit dieser Stoffe beruht der Nahrungswerth der mehlliefernden Pflanzentheile, und unter allen vegetabilischen Nahrungsmitteln stehen die Brotfrüchte obenan, weil sie die allgemeine Nahrung ganzer Völkerschaften ausmachen. Wegen seines reichen Gehaltes an Stärkemehl (☞ §. 201, A, 2.) gehört das Mehl zu den fettbildenden Nahrungsmitteln, während sein eigentlich nährender Bestandtheil, die eiweißartigen Stoffe, die übrigens bei den einzelnen Getreidepflanzen wieder in verschiedener Menge vorhanden sind (☞ §. 209.), doch kaum $^2/_3$ desjenigen des animalischen Fl[illegible]

§. 326. Zu den Getreidepflanzen gehört daher nicht bloß das eigentliche Getreide oder die Cerealien, d. h. Pflanzen aus der Familie der Gramineen oder Gräſer, daher auch Halmfrüchte genannt, deren ſtärkemehlreiche Früchte Mehl liefern, ſondern auch die Hülſenfrüchte (Leguminoſen), d. ſ. Pflanzen aus der Familie der Papilionaceen, aus deren Samen man Mehl bereiten kann, desgleichen auch manche Pflanzen, aus deren Knollen, Mark oder anderen Theilen ein genießbares oder zum Brotbacken verwendbares Mehl ſich gewinnen läßt. Je nach dem Grade der Freiheit, bis zu welchem ein mehllieferuder Pflanzentheil zerkleinert worden iſt, ſpricht man von Graupen oder Schrot, Gries und Mehl. Ueber Heimat und Verbreitung der Getreidepflanzen ☞ §. 324.

1) Getreidegräſer, Cerealien oder Halmfrüchte d. ſ. Gramineen, welche in ihren Früchten Mehl liefern.

a. Einheimiſche Getreidegräſer.

Secāle *cereāle* L. Roggen.
Triticum *vulgāre* L. Gemeiner Weizen.
T. *turgĭdum* L. Engliſcher Weizen.
T. *durum* Desf. Bartweizen, Glasweizen.
T. *dicŏccum* Schrank. Emmerkorn.
T. *monococcum* L. Einkorn.
T. *spelta* L. Spelt- oder Dinkelweizen.
T. *polonĭcum* L. Polniſcher Weizen.
Hordĕum *vulgāre* L. Gemeine oder vierzeilige Gerſte.
H. *hexastĭchum* L. und *distĭchum* L. Sechs- und zweizeilige Gerſte.
Hordĕum *zeocrĭton* L. Bartgerſte, Reis- oder Pfauengerſte.
Avēna *sativa* L. Gemeiner Hafer.
A. *nuda* L. Nackter Hafer.
A. *orientālis* Schreb. Orientaliſcher, türkiſcher oder Fahnenhafer.
A. *chinēnsis* Fiſch. Chineſiſcher Hafer.
Panĭcum *miliacĕum* L. Echte oder weiße Rispenhirſe.
Digitaria *sanguinālis* L. Bluthirſe, Himmelsthau, Mannahirſe.
Glyceria *fluitans* R. Br. Mannagrütze, Mannagras.

b. Ausländiſche Getreidegräſer.

Oryza *sativa* L. Reis. Tropen.
Panĭcum *frumentacĕum* Roxb. Getreide-Fennich. Oſtindien.
P. *turgĭdum* Forsk. Gedunſener Fennich. Egypten.
Setaria *italĭca* L. Italieniſche Borſtenhirſe, Kolbenhirſe.
S. *germanĭca* Rth. Deutſche Borſtenhirſe. Wie die vorige aus dem Oriente; in Südeuropa gebauet.
Sorghum *vulgāre* Pers. Moorhirſe, Durra, Negerkorn. Afrika.
Zea *mais* L. Mais, Welſchkorn. Tropenländer.
Phalāris *canariēnsis* L. Canarienſamen. Glanzgras. Südeuropa.
Coix *lacrўma* L. Thränengras. Oſtindien.
Eragrōstis *abyssinĭca* Link. Teff. Abyſſinien.
Eleusine *Tocŭsso* Fres.; *indĭca* Gärtn. und *coracāna* L. Daguſſa oder Tecuſſa. Afrika und Indien.
Zizania *palūstris* L. (Hydropўrum *esculēntum* Lk.) Amerikaniſcher Waſſerreis. Nordamerika.

2) Getreidekräuter, welche in ihren Früchten Mehl liefern.

Chenopodiacĕae.
Chenopodium *quinŏa* L. Quinoapflanze. Chile und Peru.
Polygonacĕae.
Polygŏnum *fagopўrum* L. Gemeiner Buchweizen.
P. *tartarĭcum* L. Tartariſcher od. ſibiriſcher Buchweizen.
Amaranthacĕae.
Amarānthus *frumentacĕus* Buchan. Mehlreicher Fuchsſchwanz. Oſtindien.

3) Hülſenfrüchte (Papilionacĕae), welche in ihren Samen Mehl liefern.

Cicer *arietĭnum* L. Gemeine Kichererbſe oder Ziſererbſe.
Ervum *lens* L. Saatlinſe.
E. *monānthos* L. Einblütige Linſe.
Lathўrus *sativus* L. Gemüſe-Platterbſe.
Lupinus *albus* und *lutĕus* L. Weiße und gelbe Lupinen.
Phaseŏlus *vulgāris* L. Bietsbohne, Stangenbohne.
Ph. *nanus* L. Buſchbohne.
Pisum *sativum* L. Saaterbſe.
Tetragonolŏbus *purpurĕus* Moench. Spargelerbſe.
Vicia *faba* L. Große Bohne oder Sau- oder Pferdebohne.
V. *sativa* L. Futterwicke.
Soja *hispĭda* Mnch. Sojabohne.

4) Knollen, knollige Wurzelſtöcke und Baummark ꝛc., welche Mehl liefern.

(Vergl. auch die Pflanzen, aus denen Stärkemehl gewonnen wird [§. 338.].)

Euphorbiacĕae.
Jatrŏpha *manihot* L. Caſſaveſtrauch. Südamerika.
Convolvulacĕae.
Ipomoea *batātas* L. Bataten. Tropen.

Taccacĕae.
Tacca *pinnatifida* Forst. Taka. Ostindien, Südseeinseln.
Dioscoreacĕae.
Discorĕa *alāta* L. Yamswurzeln. Tropen.
Palmae.
Sagus *farinifĕra* Lam. und *Rumphii* W. Sagopalme. (Mark.) Ostindien.
Cycadĕae.
Cycas *circinālis* L., *inērmis* Lour., *revolūta* L. Ostindien, China, und
Encephalartos *lanuginōsa* Jacq., und *caffra* Thunb. Südafrika. (Mark des Stammes.)

Filices.
Pteris *esculēnta* Forst. Eßbarer Saumfarn (Wurzelstock). Australien.
Lichēnes.
Cetraria *islandĭca* L. Isländisches Moos. Wird von Isländern ꝛc. zu Brot gebraucht.
Sphaerothallia *esculēnta* Nees. Mannaflechte. Wird von den Tartaren zur Bereitung eines Brotes gesammelt. Nordafrika, Kleinasien, Persien, Kirgisensteppe.

II. Obstarten, welche bei uns wachsen oder häufig im Handel vorkommen.

Unter Obst versteht man alle fleischigen und saftigen Früchte, welche im reifen Zustande roh genossen werden können, außerdem aber auch gekocht oder in sonstiger Zubereitung gegessen, theilweise auch als Würze oder zur Bereitung gegohrener Getränke dienen. Dem Obst fehlt es nicht an nährenden Stoffen; es enthält zwar wenig Eiweißstoffe, aber viel Pectinkörper (§. 201, A, 5.) und Zucker (§. 201, B.). Verschiedene vegetabilische Säuren (§. 202.), vorwiegend Apfelsäure, aber auch Citronen-, Wein-, Kleesäure geben ihm den säuerlichen, und durch den reichen Wassergehalt zugleich kühlenden und die durstige Zunge erfrischenden Geschmack. Gewisse ätherische Oele und besonders die eigenthümlichen Fruchtätherarten bedingen das Aroma des Obstes. Obstbau wurde schon bei den Völkern des Alterthums getrieben. In Deutschland wurde er um 800 mit der Verbreitung des Christenthums durch Karl den Großen eingeführt. Im 17. Jahrhundert zeichneten sich Augsburg, Ulm und Nürnberg durch lebhaften Obstbau aus. Nach dieser Zeit wurde derselbe sowohl durch Privatgärten und durch fürstliche Gärten, in der neueren Zeit auch durch Staatsinstitute (Landesbaumschulen und pomologische Institute) in Deutschland immer weiter ausgebreitet. §. 327.

A. Einheimische oder in Deutschland kultivirte Obstarten.

1) Kernobst.

Pomacĕae.
*Pirus *malus* L. Aepfel.
*P. *communis* L. Birnen.
*Crataegus *oxyacāntha* L. u. *monogўna* Jacq. Weißdorn oder Mehlfäßchen.
*Mespilus *germanĭca* L. Mispeln.
*Sorbus *torminālis* L. Elsebeeren.
*S. *domestĭca* L. Speierling.
*Cydonia *vulgāris* Pers. Quitten.

Rosacĕae.
*Rosa *canina* L. u. *villōsa* L. Hagebutten.

Cornacĕae.
*Cornus *mascŭla* L. Kornelkirsche.

2) Steinobst (Amygdalacĕae).

*Persica *vulgāris* Mill. Pfirsichen.
*Prunus *armeniāca* L. Aprikosen.
*P. *domestĭca* L. Zwetschen.
*P. *insititia* L. Pflaumen.
*P. *spinōsa* L. Schlehen.
*P. *cerāsus* L. Kirschen.
*P. *avium* L. Süßkirschen.
P. *italĭca* Borkh. Reneklooden.
P. *cerasifĕra* Ehrh. Kirschpflaume oder Myrobalane.
P. *acida* Dum. Strauchweichsel, Ostheimer Kirsche, Marasche.

3) Beerenobst.

Rosacĕae.
*Fragaria *vesca, elatior, virginiāna, chilēnsis* ꝛc. Erdbeeren.
*Rubus *idaeus* L. Himbeeren.
*R. *fruticōsus* L. Brombeeren.

Ribesiacĕae.
*Ribes *grossularĭa* L. Stachelbeeren.
*R. *rubrum* L. Johannisbeeren.
*R. *nigrum* L. Ahlbeeren.

Ampelidĕae.
*Vitis *vinifĕra* L. Weintrauben, Rosinen, Korinthen.

Berberidĕae.
*Berbĕris *vulgāris* L. Berberitze.

Artocarpacĕae.
*Morus *nigra* L. Schwarze Maulbeeren.
M. *alba* L. Weiße Maulbeeren.

Ericaceae
*Vaccinium *myrtillus* L. Heidelbeeren oder Bickbeeren.
*V. *vitis idaea* L. Preißel- od. Kronsbeeren.
V. *macrocarpum* Ait. Cransbeeren.

Cupressineae.
*Juniperus *communis* L. Gemeine Wachholderbeeren.

4) Schalenobst oder Nußobst.

*Corylus *avellana* L. Haselnüsse.
*Corylus *tubulosa* Willd. Lambertusnüsse.

Juglans *regia* L. Wallnüsse.

B. Ausländische Obstarten.

1) Steinobst.

Chrysobalaneae.
Chrysobalanus *icaco* L. Icaco- oder Kokospflaume. Tropisches Amerika.
Anacardiaceae.
Spondias *Mombin* L. Mombinpflaumen. Westindien.
Sp. *dulcis* Forst. Tahitiäpfel. Südseeinseln.
Mangifera *indica* L. Mangopflaumen. Ostindien.

Lauraceae.
Persea *gratissima* Gärtn. Abacate. Brasilien. Westindien.
Oleaceae.
Olea *europaea* L. Oliven. Südeuropa.
Palmae.
Phoenix *dactylifera* L. Datteln. Orient.

2) Beerenartige Früchte.

Caesalpiniaceae.
Ceratonia *siliqua* L. Johannisbrot. Mittelmeerländer.
Tamarindus *indica* L. Tamarinden. Ostindien.
Myrtaceae.
Psidium *pirifèrum* L. Guajaven. Westindien.
Jambosa *domestica* Rumpf. u. *vulgaris* DC. Ostindische Rosenäpfel.
Punica *granatum* L. Granatäpfel. Orient.
Aurantiaceae.
Citrus *aurantium* Risso. Orange.
C. *sinensis*. Apfelsine.
C. *bigaradia* Risso (*vulgaris* DC.). Bittere Pomeranze, Bigarade.
C. *bergamia* Risso. Bergamotte.
C. *limetta* Risso. Limette, Süßcitrone.
C. *limonium* Risso. Limone, Sauercitrone.
C. *medica* Risso. Echte Citrone, Cedrate.
C. *decumana* L. Pompelmuse.
Malvaceae.
Adansonia *digitata* L. Affenbrotbaum. Tropen.

Artocarpaceae.
Artocarpus *incisa* L. und *integrifolia* L. Brotbaum. Ostindien.
Ficus *carica* L. Feigen.
Papayaceae.
Carica *papaya*. Melonenbaum.
Rhamnaceae.
Zizyphus *vulgaris* Lam. Brustbeeren.
Cucurbitaceae.
Cucumis *melo* L. Melonen.
C. *citrullus* L. Arbusen.
Ebenaceae.
Diospyros *lotus* L. Lotosbirn. Orient.
Clusiaceae.
Garcinia *Mangostana* L. Mangostanen. Ostindien.
Opuntia *vulgaris* Mill. u. andere Cactaceen. Westindien, Südeuropa.
Musaceae.
Musa *paradisiaca* L. Banane, Pisang. Tropen.
Bromeliaceae.
Ananassa *sativa* L. Ananas.

3) Schalen- oder Nußobst.

Amygdalaceae.
Amygdalus *communis* L. Mandeln.
Cupuliferae.
Castanea *vesca* Gärtn. Echte Kastanien.

Myrtaceae.
Bertholletia *excelsa* Humb. Paranüsse. Brasilien.
Abietineae.
Pinus *pinea*. Piniennüsse.
P. *cembra*. Zürbelnüsse.

III. Küchengewächse (Gemüse-, Salat- und Gewürzpflanzen).

§. 328. Gemüsepflanzen und Salatpflanzen gehören zu den menschlichen Nahrungsmitteln, sind aber die am wenigsten nahrhaften, denn sie zeichnen sich fast alle durch einen hohen Wassergehalt aus, welcher bis 90 % und mehr beträgt, und enthalten sehr wenig eiweißartige Stoffe (§. 209.), noch weniger als das Obst. Auch Stärkemehl kommt keins oder wenig in ihnen vor. Indes fehlen ihnen die stickstoffhaltigen Bestandtheile nicht, und wenn auch die Eiweißstoffe daran nur wenig betheiligt sind, so finden sich doch bisweilen in einiger Menge Amide, namentlich Asparagin (§. 210.), und die daran besonders reichen Gemüse, wie Spargel, Schwarzwurzel ꝛc. dürften darum auch die nahrhaftesten sein. Ferner finden sich

in den Gemüsen verschiedene organische Säuren, Pectin, Zucker, Mannit, Chlorophyll, bittere Extractivstoffe und in einigen auch ätherische Oele. Bei uns werden zahlreiche Gemüsepflanzen im großen angebaut; und zwar wird der Gemüsebau in Gärten und auf Feldern betrieben und beschäftigt bisweilen die Bevölkerung ganzer Ortschaften und Gegenden. Außer den einheimischen Küchengewächsen sind in den folgenden Listen auch die wichtigsten Gemüsepflanzen fremder Völker namhaft gemacht. §. 328.

Die Gewürzpflanzen sind wegen ihres Gehaltes an aromatisch schmeckenden und riechenden Stoffen, welche zu den ätherischen Oelen (§. 204.) gehören, zum Würzen der Speisen verwendbar. Es sind theils bei uns angebaute, theils aus fremden Ländern importirte.

1) Wurzelgemüse im weiteren Sinne (Wurzeln, Wurzelknollen, Wurzelstöcke, Knollen).

Papilionacĕae.
Arachis *hypogaea* L. Erdeichel. Tropen, Südeuropa.
Aplos *tuberōsa* Pursh. Knollige Erdnuß. Nordamerika.
Psoralĕa *esculēnta* L. Eßbarer Harzklee. Mexiko.
*Lathyrus *tuberōsus* L. Knollige Platterbse.
Onagracĕae.
*Oenothēra *biēnnis* L. Gartenrapunzel, Rapontika.
Umbellifĕrae.
*Pastināca *sativa* L. Pastinak.
*Petroselinum *sativum* Hoffm. Petersillenwurzel.
*Apium *graveōlens* L. Sellerie.
Carum *bulbocastānum* L. Erdkastanie.
*Sium *sisārum* L. Zuckerwurzel.
*Chaerophyllum *bulbōsum* L. Knolliger Kälberkropf. Wurzel (Kerbelrübe) im ersten Jahre als Gemüse.
*Daucus *carōta* L. Mohrrübe.
Aracācha *esculēnta* DC. Arakatsche. Südamerika.
Oxalidĕae.
Oxālis *esculēnta* Link. Eßbarer Sauerklee. Mexiko.
O. *tuberōsa* Mill. Knolliger Sauerklee oder Oca. Mittelamerika.
Tropaeolacĕae.
Tropaeōlum *tuberōsum* R. et P. Knollige Kapuzinerkresse. Peru.
Euphorbiacĕae.
Jatrŏpha *manihot* L. Cassavestrauch. Südamerika.
Chenopodiacĕae.
Ullūcus *tuberōsus* Lozan. Knolliger Gänsefuß. Quito.
*Beta *vulgāris* L. Zuckerrübe, Runkelrübe.
Cruciferae.
*Brassica *rapa* L. var. *rapifĕra*. Weiße Rübe.
*B. *napus* L. var. *rapifĕra*. Steckrübe.
*B. *oleracea* L. var. *gongylōdes*. Kohlrabi.
*Raphānus *sativus* L. Rettig.
*Cochlearia *armoracia* L. Meerrettig.
Nymphaeacĕae.
Nelumbium *speciōsum* Willd. Indische Seerose, Lotos. Ostindien.
Taccacĕae.
Tacca *pinnatifida* Forst. Fiederspaltige Takka. Australien, Südseeinseln.

Solanacĕae.
*Solānum *tuberōsum* L. Kartoffeln.
Convolvulacĕae.
Ipomoea *batātas* L. Batate oder Camote. Tropen.
Labiātae.
*Stachys *palūstris* L. Sumpf-Ziest.
Compositae.
Helianthus *tuberōsus* L. Knollige Sonnenblume, Topinambur.
Lappa *edūlis* Sieb. Eßbare Klettenwurzel. Japan.
*Tragopōgon *pratēnsis* L. Wiesen-Bocksbart.
*T. *porrifolius* L. Lauchblättriger Bocksbart.
*Cichorium *intĭbus* L. Cichorienwurzel.
*Scorzonēra *hispanica* L. Spanische Haferwurz, Schwarzwurz.
Campanulacĕae.
*Phyteuma *spicātum* L. Aehrige Rapunzel.
Marantacĕae.
Maränta *arundinacea* L. Pfeilwurz. Südamerika, Ost- und Westindien.
Canna *edūlis* Ker., C. *dulcis* u. *tuĭca*. Eßbares, süßes und gelbes Blumenrohr. (Knollige Wurzelstöcke.) Amerika.
Dioscoreacĕae.
Dioscorĕa *alāta* L. Yamswurzel od. Igname. Ostindien.
D. *batātas* Decn. Yamswurzel. China.
Aroidĕae.
Arum *colocasia* L. Egyptisches Arum. Egypten, Ostindien.
Colocasia *esculēnta* Vent. Tarro.
Cyperacĕae.
Cyperus *esculēntus* L. Oelknolle, Erdmandel.
Filices.
Pteris *esculēnta* Forst. Eßbarer Saumfarn. Australien.
*P. *aquilina* L. Adlerfarn. Wurzelstock, Helecho. Auf den canarischen Inseln.
Diplazium *esculēntum* Sw. Eßbarer Doppelhaufenfarn. Ostindien.
Mertensia *dichotōma* Willd. Gabelfarn. Tropisches Asien, Afrika, Neuholland.
Cyathea *medullāris* Sw. Markiger Tutenfarn. Neuseeland.
Angiopteris *evecta* Hoffm. Eßbarer Palmfarn. Südseeinseln.

2) Zwiebeln.

*Allium *cepa* L. Küchenzwiebel, Zipolle.
*A. *fistulōsum* L. Winterzwiebel.
*A. *sativum* L. Knoblauch.
*A. *ascalonicum* L. Schalotten.
*A. *scorodoprāsum* L. Rokambolle.
*A. *porrum* L. Lauchzwiebel, Porrey.

§. 328.

3) Junge Sproſſen und junge Blätter.

Umbellifĕrae.
*Imperatoria *ostruthium* L. Meiſterwurz, Angelika.
Cannabinĕae.
*Humŭlus *lupŭlus* L. Hopfen.

Smilacĕae.
*Asparăgus *officinālis* L. Spargel.
Eutĕrpe *oleracĕa*. Kohlpalmen und viele andere Palmen in Braſilien geben Palmkohl.

4) Kräuter.

a. Gemüſe- und Suppenkräuter.

Rosacĕae.
*Poterium *sanguisŏrba* L. Bibernelle.
Umbellifĕrae.
*Anthriscus *cerefŏlium* Hoffm. Gartenkerbel.
*Aegopodium *podagrāria* L. Gemeiner Gierſch (junge Blattſtiele).
*Apium *graveŏlens* L. Sellerie.
*Petroselinum *sativum* Hoffm. Peterſilie.
Crassulacĕae.
*Sedum *reflĕxum* L. Gelbe Tripmadam.
Chenopodiacĕae.
*Beta *vulgāris* L. var. *cicla*. Garten-Mangold.
*Atriplex *hortensis* L. Garten-Melde.
*Chenopodium *bonus Henricus* L. Guter Heinrich.
*Spinacia *oleracĕa* L. Gemeiner Spinat.
Mesembryanthemacĕae.
Tetragonia *expansa* Murr. Neuſeeländiſcher Spinat.
Portulacacĕae.
Portulăca *sativa* L. u. *oleracĕa* L. Portulak.

Polygonacĕae.
Rheum *rhaponticum* L. und andere Arten. (Blattſtiele.) Rhabarber.
*Rumex *patientia* L. Gartenampfer.
*R. *acetōsa* L. und *acetosĕlla* L. Gemeiner und kleiner Sauerampfer.
*R. *scutātus* L. Franzöſiſcher Ampfer.
Cruciferae.
*Brassica *oleracĕa* L. var. *acephăla*. Winterkohl.
*B. *ol. capitāta*. Kopfkohl.
*R. *ol. sabauda etc.* Wirſingkohl.
*Cramhe *maritima* L. Meerkohl.
*Nasturtium *officinăle* L. Gemeine Brunnenkreſſe.
Liliacĕae.
*Allium *schoenoprāsum* L. Schnitt- oder Suppenlauch.
*A. *fistulōsum* L. Röhriger Lauch.
*A. *porrum* L. Porree.

b. Salatkräuter.

Rosacĕae.
*Poterium *sanguisŏrba* L. Bibernelle.
Portulacacĕae.
*Portulăca *sativa* L. und *oleracĕa* L. Portulak.
Chenopodiacĕae.
*Atriplex *hortensis* L. Garten-Melde.
Polygonacĕae.
*Rumex *scutātus* L. und *acetōsa* L. Franzöſiſcher und gemeiner Ampfer.
Cruciferae.
*Brassica *oleracĕa* L. var. *capitāta*. Kopfkohl.
*Cochlearia *officinālis* L. Löffelkraut.
*Lepidium *sativum* L. Gartenkreſſe.
*Nasturtium *officinăle* L. Brunnenkreſſe.
Boraginĕae.
*Borăgo *officinālis* L. Boretſch.
*Symphytum *officinăle* L. Schwarzwurz.
Scrophularinĕae.
*Veronica *beccabŭnga* L. Bachbunge.
Valerianacĕae.
*Valerianella *olitoria* Poll. u. *dentāta* Poll. Rapünzchen.
Compositae.
*Taraxăcum *officinăle* Moench. Löwenzahn.
*Cichorium *endivia* L. Endivien.
*C. *intybus* L. Cichorie.
*Lactūca *sativa* L. Gartenſalat, Lattich.

5) Blüten und Blütenſtände.

Cruciferae.
*Brassica *oleracĕa* L. var. *botrytis*. Blumenkohl.
Capparidĕae.
Cappāris *spinōsa* L. Kappern.
Ranunculacĕae.
*Caltha *palustris* L. Deutſche Kappern.

Tropaeolacĕae.
Tropaeŏlum *majus* L. Kapuzinerkreſſe.
Compositae.
Cynara *scolymus* L. Garten-Artiſchoke.
C. *cardunculus* L. Kardonen-Artiſchoke.

6) Früchte (das eigentliche Obſt ☞ §. 327.).

Caesalpiniacĕae.
Ceratonia *siliqua* L. Johannisbrot.
Papilionacĕae.
*Phaseŏlus *vulgāris* L., *nanus* L., *multiflōrus* L. Grüne Bohnen.
*Pisum *sativum* L. Saaterbſen. Schotengemüſe.
*Tetragonolobus *siliquōsus* L. u. *purpurĕus* Moench. Spargelerbſen.
*Vicia *faba* L. Gartenbohne.

Myrtacĕae.
Bertholletia *excĕlsa* Humb. Braſilianiſche oder Juvianüſſe.
Psidium *pirifĕrum* L. u. *sapidissĭmum* Jacq. Guajavafrüchte.
Malvacĕae.
Hibiscus *esculĕntus* L. Eßbare Stundenblume. Fruchtkapſeln in Indien als Gemüſe.

Anonaceae.
Anona squamosa L., cherimolia Mill. und andere Arten. Flaschenbaum. Tropenländer.
Artocarpaceae.
Artocarpus incisa L. Brotbaum.
Sapotaceae.
Achras sapota L. Breiapfel. Westindien, Südamerika.
Ebenaceae.
Diospyros lotus L. Lotusbirne. Orient.
Oleaceae.
Olea europaea L. Olive.
Solanaceae.
*Solanum lycopersicum L. Liebesapfel, Tomate.
S. esculentum Dun. Eierpflanze. Tropen, Südeuropa.
Physalis edulis. Ananaskirsche. Südamerika.

Cucurbitaceae. §. 328.
*Cucumis sativus L. Gurke.
C. melo L. Melone.
C. citrullus L. Wassermelone, Arbuse.
*Cucurbita pepo L. und andere Arten. Kürbis.
Caprifoliaceae.
*Sambucus nigra L. Hollunderbeeren.
Musaceae.
Musa paradisiaca L., sapientum L. Pisang-Arten.
Bromeliaceae.
Ananassa sativa L. Ananas.
Palmae.
Mauritia vinifera Mart. Moritzpalme.
Cocos nucifera L. Cocospalme.
Phoenix dactylifera L. Datteln.
Pandanaceae.
Pandanus odoratissimus L. Schraubenpalme. Ostindien.

7) Eßbare Schwämme oder Pilze.

*Agaricus caesareus Scop. Kaiserling, Herrenpilz.
*A. procerus Scop. Parasolschwamm.
*A. mellens Vahl. Hallimasch.
*A. odorus Bull. Aniesschwamm.
*A. ostreatus Jacq. Austernpilz, Drehling.
*A. prunulus Scop. Musseron.
*A. mutabilis Schaeff. Stockschwamm.
*A. arvensis Schaeff. Schaf-Champignon, Gutemke.
*A. campestris L. Champignon.
*Lactarius deliciosus Fr. Reizker, Rietschling.
*L. volemus Fr. Brätling.
*Marasmius oreades Fr. Oreadenschwamm, Herbstmusseron.
*M. scorodonius Fr. Lauchschwamm.
*Cantharellus cibarius Fr. Pfifferling, Eierschwamm.
*Boletus luteus L. Butterpilz.
*B. granulatus L. Schmeerling.
*B. bovinus L. Kuhpilz.
*B. subtomentosus L. Filziger Röhrenpilz.
*B. edulis Bull. Steinpilz.
*B. regius Krombh. Königs-Röhrenpilz.
*B. scaber Fr. Birkenpilz.
*B. castaneus Bull. Kastanienbrauner Röhrenpilz.
*Polyporus ovinus Fr. Schafeuter.
*P. umbellatus Fr. Eichhase, Haselschwamm.
*P. frondosus Fr. Klapperschwamm.
*P. conflaens Fr. Semmelpilz.
*Hydnum imbricatum L. Hirschschwamm.
*H. repandum L. Stoppelschwamm.
*H. erinaceum Bull. Igelschwamm.
*Fistulina hepatica Fr. Leberschwamm, Blutschwamm.
*Sparassis crispa Fr. Ziegenbart.
*Clavaria botrytis Pers. Rother Hirschschwamm, Bärentatze.
*C. flava Pers. Gelber Hirschschwamm.
*C. coralloides L. Korallenschwamm.
*C. formosa Pers. Schöner Keulenschwamm.
*Lycoperdon- und Bovista-Arten im jungen Zustande.
*Morchella esculenta Pers. Speise-Morchel.
*Helvella esculenta Pers. Faltenmorchel, Steinmorchel.
*Tuber brumale Vittad., melanosporum Vittad., aestivum Vittad., mesenterieum Vittad. Trüffeln.

8) Eßbare Meeralgen.

Floridaeae.
Gracilaria lichenoides Ag. **Ceylon-Moos, Dschin-Dschen.** Ostindien, Japan.
G. Wrightii Ag. Australien.
Eucheuma spinosum Ag., gelatinae Ag., speciosum Ag. **Agar-Agar,** japanische oder vegetabilische Hausenblase. Ostindien, China, Japan, Australien.
Chondrus crispus Lyngb. **Carraghen-Moos, Perl-Moos.** Europäische Meere.
Laurencia pinnatifida Lamour. Federspaltiger Knorpeltang. Irland, Schottland.
Schizymenia edulis Ag. Eßbarer Hauttang. Atlantischer Ocean.
Gelidium cartilagineum Grev. Gallerttang. Indische Meere und stiller Ocean. Liefert das Hauptmaterial zu den indischen Schwalbennestern.

Fucoideae.
Laminaria saccharina Lamour. Zucker-Riementang. Nord- und Ostsee.
Alaria esculenta Grev. Flügeltang. Atlantischer Ocean.
Durvillaea utilis Bory. Südsee.
Turbinaria ornata Ag. Südsee.

Confervaceae.
Ulva lactuca L. und latissima L. Meersalatlich. Europäische Meere.
Enteromorpha ramulosa Hook., compressa Grev., complanata Ktz. und andere Arten. Australien, Neucaledonien.

9) Gewürzpflanzen.

Diejenigen Pflanzentheile, welche wir als Gewürze benutzen, enthalten als wirksame Bestandtheile aromatisch schmeckende Stoffe, welche meist ätherische Oele (§. 204.), bisweilen auch bittere Extractivstoffe (§. 207.) sind. Der Werth dieser Waaren wird daher durch fremde Beimengungen oder Verfälschungen, welche an

§. 328. und für sich geruch- und geschmacklos sind, vermindert. Es ist daher nicht rathsam, Gewürze im pulverisirten Zustande zu kaufen, weil in diesem die Verfälschungen schwer nachweisbar sind. Zur Verfälschung zerkleinerter Gewürze werden präparirte geruch- und geschmacklose Pulver (wahrscheinlich Preßrückstände fetthaltiger Samen, mit Holz, Rindesplittern und Sand vermischt), unter dem Namen Matta offerirt, womit die Gewürze zu 25—30, ja selbst zu 50 % vermengt werden. Dasselbe wird für jedes Gewürz in eigenen Sorten hergestellt, welche der Farbe des betreffenden Gewürzes möglichst genau entsprechen; so giebt es Pfeffermatta, Pimentmatta, Cassiamatta ꝛc.

a. Wurzel- und Zwiebelgewürze.

Rosacĕae.
*Geum *urbānum* L. Nelkenwurz.

Umbellifĕrae.
*Petroselīnum *sativum* Hoffm. Petersilie.
*Apium *graveŏlens* L. Sellerie.

Cruciferae.
*Raphānus *sativus* L. Gartenrettig.
*Cochlearia *armoracia* L. Meerrettig.

Aroidĕae.
*Acŏrus *calāmus* L. Kalmus.

Liliacĕae.
*Allium *sativum* L. Knoblauch.
*A. *oleracĕum* L., *porrum* L., *fistulōsum* L., *ascalonicum* L. und *cepa* L. Gemüselauch, Porrey, Jacobszwiebel, Schalotten und Zipollen.

Zingiberacĕae.
Zingiber *officināle* L. Ingwer.
Curcūma *longa* L. Curcumawurzel.
C. *zedoaria* L. Zittwerwurzel.
Alpinia *galānga* Sw. Galgantwurzel.

b. Rindengewürze.

Canellacĕae.
Canēlla *alba* Murr. Weißer Zimmet, weißer Kaneel. Antillen.
Cinnamodēndron *corticōsum* Miers. Winterische Rinde. Jamaika.

Lauracĕae.
Cinnamōmum *ceylanicum* N. v. E. Ceylonischer Zimmet, echter Zimmet sowie Holzcassie. Ostindien.
C. *cassia* Bl. (C. *aromaticum* N. v. E.). Zimmet-Cassie, chinesischer Zimmet. China, Ostindien.
Dicypellium *caryophyllātum* Nees (Persea *caryophyllacea* Mart.). Nelken-Zimmet. Südamerika.

c. Stengel- und Blattgewürze.

Umbellifĕrae.
*Petroselīnum *sativum* Hoffm. Petersilie.
*Anēthum *graveŏlens* L. Dill.
*Anthriscus *cerefolium* Hoffm. Kerbel.
Crithmum *maritimum* L. Meerfenchel. Südeuropa.

Crassulacĕae.
*Sedum *telephium* L. Knollige Fetthenne.

Rutacĕae.
*Ruta *graveŏlens* L. Gartenraute.

Cruciferae.
*Lepidium *sativum* L. Gartenkresse.
*Nasturtium *officināle* R. Br. Brunnenkresse.

Lauracĕae.
Laurus *nobilis* L. Lorbeerblätter.

Piperacĕae.
Piper *betle* L. Kaupfeffer.

Labiātae.
*Saturēja *hortensis* L. Bohnenkraut.
*Salvia *officinālis* L. Salbei.
*Thymus *vulgāris* L. Gartenthymian.
*Origānum *majorāna* L. Majoran.
Dracocephālum *moldavicum* L. Türkischer Drachenkopf.
Hyssōpus *officinālis* L. Gemeiner Ysop.

Compositae.
*Artemisia *dracunculus* L. Dragon, Estragon.
*A. *vulgāris* L. Beifuß.
*A. *abrotānum* L. Eberraute.

Liliacĕae.
*Allium *fistulōsum* L. Zwiebel.
*A. *schoenoprāsum* L. Schnittlauch, Lauch.

d. Samen-, Frucht- und Blütengewürze.

Myrtacĕae.
Pimenta *officinālis*. Nelkenpfeffer.
Caryophyllus *aromaticus* L. Gewürznägelein.

Umbellifĕrae.
Coriāndrum *sativum* L. Coriander.
*Carum *carvi* L. Kümmel.
Foeniculum *officināle* All.
*Anēthum *graveŏlens* L. Dill.
*Pimpinella *anisum* L. Anis.

Aurantiacĕae.
Citrus *medica* etc. Citronen ꝛc. ☞ §. 327.

Tropaeolacĕae.
Tropaeŏlum *majus* L. Kapuziner-Kresse.

Cruciferae.
*Sināpis (Brassica) *nigra* L. Schwarzer Senf.
*S. *arvensis* L. und *alba* L. Acker- und weißer Senf.

Capparidĕae.
Cappāris *spinōsa* L. Kappern.

Myristicacĕae.
Myristica *moschāta* Thunb. Muskatennüsse.

Lauracĕae.
Cinnamōmum *Loureirii* Nees u. *aromaticum* Nees. Zimmetblumen.

Piperacĕae.
Piper *nigrum* L. Schwarzer und weißer Pfeffer.
P. *longum* L. Lämmchen-Pfeffer.
Cubēba *officinālis* Miq. Cubeben-Pfeffer ꝛc.

Cannabinĕae.
*Humŭlus *lupŭlus* L. Hopfen.

Solanacĕae.
Capsĭcum *annŭum* L. Spanischer Pfeffer oder Cayenne-Pfeffer.
Iridĕae.
Crocus *sativus* L. Safran.
Zingiberacĕae.
Amŏmum *grana paradīsi* Afzel. Paradieskörner.
Elettaria *cardamōmum* Roxb. Kleine Kardamomen.
E. *major* Sm. Lange Kardamomen.
Orchidĕae.
Vanīlla *planifolia* Andr. Vanille.
Cupressinĕae.
*Juniperus *communis* L. Wachholder.

IV. Getränke.

1) Genießbare Milchsäfte (§. 46, 48, 250.)

werden in den Tropen aus mehreren Bäumen gewonnen und von den Eingeborenen wie Milch getrunken. §. 329.

Guttifĕrae.
Clusĭa *galactodēndron* Desv. Südamerika.
Artocarpacĕae.
Galactodēndron *americānum* Don. Südamerika.
Sapotacĕae.
Mimusops *elāta*. Südamerika.
Apocynacĕae.
Tabernaemontāna *utilis* Arn. Südamerika.
Papayacĕae.
Carĭca *papāja* L. Papayabaum. Tropen. Der Milchsaft hat fleischlösende Kraft und dient um Fleisch mürbe zu machen.

2) Geistige Getränke.

Pflanzentheile, welche gährungsfähigen Zucker oder einen leicht in solchen übergehenden Stoff, wie z. B. Stärkemehl, enthalten, können zur Bereitung von Alkohol oder alkoholhaltigen Getränken benutzt werden, denn die geistige Gährung besteht in der Spaltung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure (§. 255.). Alle Völker haben ihre geistigen Getränke, die sie aus Pflanzen ihrer Heimat bereiten.

Amygdalacĕae.
*Cerāsus *marāsca* Host. Steinweichsel. Maraschino.
Pomacĕae.
*Pirus *malus* L. Aepfel. **Apfelwein** od. **Cyder**.
Spiraeacĕae.
Spiraea *kamtschatĭca* Pall. Junge Triebe und Wurzeln bei den Kamtschadalen.
Ampelidĕae.
*Vītis *vinifĕra* L. Weinrebe. **Wein.**
Solanacĕae.
*Solānum *tuberōsum* L. Kartoffeln. **Kartoffel-Branntwein.**
Piperacĕae.
Piper *methysticum* Forst. Rauschpfeffer, Wurzeln bei den Südseeinsulanern.
Palmae.
Sagus *vinifĕra*. Weinpalme und andere Palmen geben durch den aus dem Stamme ausfließenden Saft den Palmwein.
Bromeliacĕae.
Bromelia *ānanas* L. Ananas-Wein. Tropen.
Agāve *americāna* L. und *mexicāna* Lam. Saft des Stammes liefert den Mexikanern die Pulque.
Graminĕae.
Zea *mais* L. Mais. Der Saft des Stengels liefert den Peruanern die Chicha.
Orўza *sativa* L. Reis. **Arrak.**
Sacchărum *officinārum* L. Zuckerrohr. **Rum.**
*Secāle *cereāle* L. **Korn-Branntwein.**
*Triticum und Hordĕum. Weizen und Gerste. **Bier.**
Hymenomycĕtes.
*Agarĭcus *muscarĭus* L. Fliegenschwamm, bei den Kamtschadalen, Korjäken ꝛc.

3) Thee und Kaffee.

a. Kaffee und dessen Surrogate.

Caesalpiniacĕae.
Cassĭa *occidentālis* L. Samen. Negerkaffee oder Mogdadkaffee.
Gymnocl̆ādus *canadēnsis* L. Samen. Kentucky.
Papilionacĕae.
Astragălus *baeticus* L. Samen. Schwedischer Kaffee.
Sterculiacĕae.
Cola (Sterculĭa) *acumināta* Schott. et Endl. Früchte. Kola, Guru oder Sudankaffee.
Umbellifĕrae.
*Dancus *carōta* L. Wurzeln. Mohrrübenkaffee.
Chenopodiacĕae.
*Beta *vulgāris* L. Wurzeln. Runkelrübenkaffee.
Cupulifĕrae.
*Quercus *sessiliflōra* Sm. und *pedunculāta* Ehrh. Trauben- und Stieleiche, deren Früchte den Eichelkaffee liefern.
Rubiacĕae.
Coffĕa *arabĭca* L. Früchte. Echter Kaffee.
C. *mauritiāna* Lam. Bourbon-Kaffee.
C. *racemōsa* R. et P. Peru.
C. *benghalēnsis* Roxb. Nepal.
C. *guianēnsis* Aubl. und *paniculāta* Aubl. Guiana.
C. *liberĭca* Hiern., *stenophўlla*. Sierra Leona.
Tricalysĭa *sp.* Früchte. Angola.
Randĭa *genipaeflōra* DC. Früchte. Fernando Po.
Compositae.
*Cichorĭum *intўbus* L. Cichorie. Cichorienkaffee.
Cyperacĕae.
Cypĕrus *esculēntus* L. Erdmandelkaffee.
Graminĕae.
*Secāle *cereāle* L. Roggenkaffee.

b. Luxusthee.

Papilionaceae.
Psoralea *glandulosa* L. In Peru u. Chile.
Ternstroemiaceae.
Thea *viridis* L., *bohea* L. ꝛc. Grüner Thee ꝛc.
Sterculiaceae.
Theobroma *cacao* L. Chokolade.
Aquifoliaceae.
Ilex *paraguariensis* St. Hil. Paraguai-Thee. Südamerika.
I. *Cassine* Ait., *Dahoon* Walt., *vomitoria* Ait. In Florida.

Erythroxylaceae.
Erythroxylon *coca* Lam. Cocastrauch. Südamerika.
Styracaceae.
Alstonia *theaeformis* L. In Neu-Granada.
Ericaceae.
Gaultheria *procumbens* L. In Nordamerika.
Ledum *latifolium* Ait. In Nordamerika.
Scrophulariaceae.
Pedicularis *tanata* Pall. Auf den Kurilen.

c. Arzneithee.

Amygdalaceae.
*Prunus *spinosa* L. Schlehenthee.
Tiliaceae.
Tilia *parvifolia* Ehrh. und *grandifolia* Ehrh. Lindenblütenthee.
Labiatae.
*Mentha- und Melissa-Arten. Minz- und Melissenthee.
M. *piperita* L. Pfefferminzthee.

*Origanum *vulgare* L. Dostenthee.
*Galeopsis *ochroleuca* Lam. Lieberscher Auszehrungsthee.
Caprifoliaceae.
*Sambucus *nigra* L. Fliederthee.
Compositae.
*Achillea *millefolium* L. Schafgarbenthee.
*Matricaria *chamomilla* L. Kamillenthee.

Narkotische Genußmittel (Pflanzenstoffe zum Käuen, Rauchen und Schnupfen).

Erythroxylaceae.
Erythroxylon *coca* Lam. Cocastrauch. Die Blätter, Coca genannt, dienen den Hindus wie bei uns der Kautabak.
Papaveraceae.
Papaver *somniferum* L. Mohn, liefert den Orientalen das Opium.
Cannabineae.
Cannabis *sativa* L. Hanf; aus Blättern und Blüten wird das Haschisch in Asien bereitet.

Solanaceae.
Nicotiana *tabacum* L. | Tabakspflanze.
N. *rustica* L. etc. | Zum Rauchen, Käuen u. Schnupfen.
Palmae.
Areca *catechu* L. Betelnuß. Die Früchte werden in Siriblätter (die Blätter des Betelpfeffer, von Piper *betle*) gewickelt und von den Ostindiern gekäuet wie bei uns der Kautabak.
Smilaceae.
*Convallaria *majalis* L. Maiblume. Die Blüten geben Schneeberger Schnupftabak.

V. Futterpflanzen.

§. 330. Futter nennen wir jeden Stoff, der als Nahrung der landwirthschaftlichen Nutzthiere dient. Das Pflanzenreich liefert beinahe sämmtliche Futterstoffe. Die Verwendbarkeit eines Stoffes als Futter beruht auf seinem Gehalt an denjenigen chemischen Verbindungen, aus welchen die Natur die Stoffe des thierischen Körpers erzeugt. Nährstoffe des Thierkörpers, die in den Futterpflanzen sich finden, sind erstens solche, welche an der Neubildung von Körpermaterial theilnehmen und also gewisse Leistungen des thierischen Körpers, wie Muskelthätigkeit, Fleisch-, Milch-, Woll-, Fettproduktion hervorbringen, zweitens solche, welche nur den Körperabgang decken, den die gewöhnliche Lebensthätigkeit, das Athmen, hervorruft. Zu der ersten Kategorie gehören folgende Stoffe: Eiweißstoffe (§. 209.), Fett (§. 203.), sowie diejenigen Verbindungen, aus welchen der thierische Körper Fett erzeugt, die sogen. Fettbildner, nämlich die Kohlenhydrate (§. 201.), vorwiegend Zucker, Stärkemehl, Cellulose, endlich Mineralstoffe oder Aschenbestandtheile (§. 199.). Nährstoffe der zweiten Kategorie sind in erster Linie alle Kohlenhydrate (§. 201.), nächstdem wohl auch noch andere stickstofffreie vegetabilische Stoffe, wie Extraktivstoffe ꝛc. Die verschiedenen Futterpflanzen enthalten zwar von allen diesen Nährstoffen etwas, aber in ungleichen Mengen. Je nachdem es daher bei der Viehzucht auf Leistung von Muskelthätigkeit oder auf diese oder jene Stoffproduktion ankommt, wird sich die Auswahl des geeigneten Futtermittels zu richten haben, was im näheren Gegenstand der Fütterungslehre ist.

1) Wurzelfutter (Wurzeln, Rüben, Knollen). §. 330.

*Beta *vulgāris* L. Runkelrübe (rothe und gelbe).
*Brassica *napus* L. Kohlrüben, Steckrüben, Wruken.
*B. *rapa* L. Weiße Rüben, Wasserrüben, Turnips.
*Daucus *carōta* L. Möhren.
Scorzonēra *hispanica* L. Schwarzwurzel.
Helianthus *tuberōsus* L. Topinambur oder knollige Sonnenblume.
*Pastināca *sativa* L. Pastinake.
*Solānum *tuberōsum* L. Kartoffeln.
Sium *sisārum* L. Zuckerwurzel.
*Triticum *repens* L. Quecken-Rhizome.

2) Frucht- und Samenfutter, sowie Mastung fürs Vieh.

*Aesculus *hippocastānum* L. Roßkastanie.
*Avēna *sativa* L. Hafer.
Cucurbita *pepo* L. Gemeiner Kürbis.
*Hordēum *vulgāre* L. Gemeine Gerste.
*Phalāris *canariēnsis* L. Canariensamen.
*Brassica *rapa* L. Rapssamen und Rapskuchen.
*Linum *usitatissimum* L. Leinsamen und Leinkuchen.
*Papāver *somniferum* L. Mohnsamen und Mohnsamenkuchen.
Cocos *nucifēra* L. Cocoskuchen.
Elaeis *guineēnsis* L., Astrocaryum *vulgāre* Mart. Palmkuchen.
Arachis *hypogaea* L. Erdnußkuchen.
Gossypium *herbacēum* L. u. andere Arten. Baumwollsamenkuchen.
Sesāmum *orientāle* L. Sesamsamenkuchen.
*Prunus- und Pirus-Arten. Schlechte Sorten von Pflaumen, Birnen und Aepfeln.
*Quercus *robur* und *pedunculāta* L. Eicheln.
*Vicia *sativa* L. Futterwicke.
*V. *faba* L. Pferdebohne, Saubohne.
Zea *mais* L. Mais.
*Pisum *sativum* L. Futtererbse.
*Ervum *lens* L. Futterlinse.
Lupinus *luteus* L., *albus* L., *angustifolius* L. und andere Arten. Lupinen.

3) Stengel- und Blattfutter.

Die hierher gehörigen Futterstoffe sind sämmtlich grüne Pflanzentheile, die deshalb mit dem gemeinsamen Namen Grünfutter belegt und den Thieren theils in frischem Zustande, entweder abgemäht oder an Ort und Stelle durch den Weidegang, theils im getrockneten Zustande (Rauhfutter) geboten werden. Der Werth der Grün- und Rauhfutterstoffe hängt ab von dem Gehalte an wirklichen Nährstoffen und dem Verhältniß desselben zu dem Gehalt an unverdaulicher Holzfaser. Die einzelnen Futterpflanzen sind daher wegen ihrer verschiedenen Zusammensetzung von ungleichem Futterwerthe und man unterscheidet sie hiernach im allgemeinen als solche von erster und solche von zweiter Güte, was in den folgenden Listen durch Beifügung des Zeichens I und II angedeutet wird. Aber auch eine und dieselbe Species hat je nach ihrem Alter ungleichen Futterwerth; je jünger die geernteten Pflanzen, desto zarter und nährstoffreicher sind sie, während mit dem Alter und der steigenden Verholzung der Gehalt an Holzfaser zunimmt, das Futter also härter, unverdaulicher und procentisch nährstoffärmer wird.

a. Baumblätter.

*Robinia *pseudacacia* L. Robinienlaub.
*Tilia *parvifolia* L. Lindenlaub.
*Salix-Arten. Weidenlaub.
*Populus-Arten. Pappellaub.
*Betula *alba* L. Weißbirkenlaub.
*Alnus *glutinōsa* L. Erlenlaub.
*Fraxinus *excelsior* L. Eschenlaub.

b. Futterkräuter.

a. Kultivirte, d. h. im großen angebaute Futterkräuter.

Gegenstand des Futterbaues im großen sind nicht nur eine Reihe einheimischer Kräuter, sondern es werden besonders in der neueren Zeit auch ausländische hierzu empfohlen, von denen freilich manche den Erwartungen nicht entsprechen, da sie sich für das deutsche Klima weniger eignen, während sie zum Theil schon in Ungarn und der Schweiz anbauwürdiger erscheinen.

Papilionaceae.
*Trifolium *pratēnse* L. Wiesenklee, rother Klee. I.
*T. *hybridum* L. Bastardklee. I.
T. *incarnātum* L. Rosenrother oder Incarnat-Klee. II.
*T. *repens* L. Kriechender od. weißer Klee. I.
*T. *fragiferum* L. Erdbeerklee. I.
*Medicago *sativa* L. Luzerne oder ewiger Klee. I.
*M. *falcāta* L. Deutsche Luzerne oder gelber Schneckenklee. I.
*M. *lupulina* L. Hopfenklee. II.
*Melilōtus *officinālis* Willd., *alba* Desf., *macrorhiza* Pers. Honigklee, Steinklee. II.
M. *coerulea* Lam. Blauer Steinklee. Schabziegerklee. I.
*Lotus *corniculātus* L. Schotenklee. II.
Trigonella *foenum graecum* L. Gemeiner Bockshornklee. I.

§. 330. *Anthyllis *vulneraria* L. Wundklee. II.
*Ulex *europaeus* L. Stechginſter, jung I.
Lupinus *luteus* L., *albus* L. u. andere Arten. Lupinen. II.
*Galega *officinalis* L. Geisraute. II.
Hedysarum *coronarium* L. Kronen-Hahnenkopf. II.
*Onobrychis *sativa* Lam. Esparſette. I.
Ornithopus *sativus* Brot. Serradella. II.
*Pisum *sativum* L. *etc.* Saaterbſe. I.
*Vicia *sativa* L. Wickfutter. I.
Lathyrus *sativus* L. Gemüſe-Platterbſe. I.

Rosacĕae.
Poterium *sanguisorba* L. Becherblume, Pimpinelle. II.

Umbellifĕrae.
Heraclēum *sibiricum* L. Sibiriſche Bärenklau. II.
Carum *carvi* L. Kümmel. I.
Pimpinella *saxifraga* L. Weiße Pimpinelle oder Bibernelle. II.

Caryophyllacĕae.
*Spergula *arvensis* L. Acker-Spergel oder Spark. II.

Polygonacĕae.
Polygonum *fagopyrum* L. Gemeiner Buchweizen. II.
P. *tataricum* L. Tartariſcher Buchweizen. II.

Cruciferae.
*Brassica *oleracea* L. Kohl oder Kraut. I.
*B. *rapa* L., *oleifera*. Raps. I.
*B. *napus* L., *oleifera*. Rübſen. I.
Bunias *orientalis* L. Orientaliſcher Bergkohl. II.
*Sinapis *alba* L. Weißer Senf. II.

Boraginĕae.
Symphytum *asperrimum* Bieberst. Kaukaſiſche Comfreifutterpflanze. II.

β. Bei uns wildwachſende Futterkräuter (Wieſen- und Weidepflanzen).

Papilionacĕae.
Trifollum *pratense* L. Wieſenklee. I.
T. *hybridum* L. Baſtardklee. I.
T. *repens* L. Kriechender oder weißer Klee. I.
T. *medium* L. Mittlerer Klee. I.
T. *fragiferum* L. Erdbeerklee. I.
T. *alpestre* L., *campestre* L., *spadiceum* L., *filiforme* L. *etc.* II.
T. *alpinum* L. Alpenklee. Auf den Alpen. I.
Lotus *corniculatus* L. u. *uliginosus* Schrank. Schotenklee. II.
Medicago *lupulina* L. Hopfenklee. II.
M. *falcata* L. Schneckenklee. I.
Melilotus *officinalis* L. und *alba* Desf. Steinklee. II.
Vicia *cracca* L. Vogelwicke. II.
V. *septum* L. Zaunwicke. II.
Lathyrus *pratensis* L. Wieſen-Platterbſe. II.
Anthyllis *vulneraria* L. Gemeiner Wundklee. II.
Astragalus *alpinus* L. und andere Arten der Alpen. I.

Rosacĕae.
Alchemilla *vulgaris* L. und *alpina* L. Sinau. Auf den Alpen. I.
Sanguisorba *officinalis* L. Gemeiner Wieſenknopf. II.
Poterium *sanguisorba* L. Gemeine Becherblume oder Pimpinelle. II.
Potentilla *verna* L. Frühlings-Fingerkraut. II.

Umbellifĕrae.
Pimpinella *magna* L. und *saxifraga* L. Große und gemeine Bibernelle. II.
Carum *carvi* L. Kümmel. I.
Heraclēum *sphondylium* L. Gemeine Bärenklau. II.
Meum *mutellinum* Gärtn. Alpen-Bärwurzel. Auf den Alpen. I.
Meum *athamanticum* Jacq. Gemeine Bärwurzel. II.

Polygalacĕae.
Polygala *vulgaris* L. Gemeine Kreuzblume. II.

Caryophyllacĕae.
Lychnis *flos cuculi* L. Kuckucksblume. II.
Cerastium *arvense* L. u. *triviale* L. Hornkraut. II.
Spergula *arvensis* L. Ackerſpark. II.

Polygonacĕae.
Rumex *acetosa* L. und *acetosella* L. Gemeiner und kleiner Ampfer. II.
Polygonum *aviculare* L. und *bistorta* L. Vogel- und Nattern-Knöterig. II.

Cruciferae.
Cardamine *pratensis* L. Wieſen-Schaumkraut. II.

Ranunculacĕae.
Ranunculus *repens* L. und *auricomus* L. Kriechender und goldhaariger Hahnenfuß. II.

Urticacĕae.
Urtica *urens* L. und *dioica* L. Kleine und große Brennneſſel. II.

Scrophularinĕae.
Melampyrum *pratense* L. und *silvaticum* L. Wieſen- und Wald-Wachtelweizen. II.
Euphrasia *officinalis* L. Gemeiner Augentroſt. II.

Labiātae.
Thymus *serpyllum* L. Feld-Thymian. II.
Prunella *vulgaris* L. Gemeine Brunelle. II.

Campanulacĕae.
Phyteuma *spicatum* L. Aehrige Rapunzel. II.
Campanula *patula* L. und *rapunculus* L. Abſtehende u. Rapunzel-Glockenblume. II.

Rubiacĕae.
Gallum *verum* L. und *mollugo* L. Gelbes und weißes Labkraut. II.

Compositae.
Achillea *millefolium* L. Schafgarbe. II.
A. *ptarmica* L. Bertram-Schafgarbe. II.
Senecio *vulgaris* L. Gemeines Kreuzkraut. II.
Cirsium *arvense* L. Acker-Kratzdiſtel. II.
C. *palustre* Scop. Sumpf-Kratzdiſtel. II.
C. *oleraceum* Scop. Krautige Kratzdiſtel. II.
Cichorium *intybus* L. Gemeine Wegwarte. II.
Tragopogon *pratensis* L. Wieſen-Bocksbart. II.
Taraxacum *officinale* Wigg. Gemeiner Löwenzahn. II.
Scorzonera *humilis* L. Niedrige Haferwurzel. II.
Hypochoeris *radicata* L. Gemeines Ferkelkraut. II.
Sonchus *asper* Vill., *palustris* L., *oleraceus* L. und *arvensis* L. Gänſediſteln. II.

c. Futtergräser (Graminĕae). §. 330.

α. Kultivirte.

Aus der Klasse der Gräser verwendet man zum Grünfutterbau erstens mehrere unserer Getreidearten, von denen übrigens auch das Stroh als Futtermittel dient, zweitens die besten unserer einheimischen Wiesengräser, von denen daher Sämereien durch die Samenhandlungen bezogen werden können, und drittens mehrere ausländische zum Futterbau empfohlene Gräser, von denen das über die ausländischen Futterkräuter oben Gesagte gleichfalls gilt.

*Secāle *cerēāle* L. Futterroggen. I.
*Hordĕum *distíchum* L. u. andere Gerstenarten. I.
Zea *mais* L. Futtermais. I.
Sorghum *vulgāre* Pers., *saccharātum* Pers., *halepēnse* Pers. Sorghum, Zuckerhirse. I.
*Panicum *miliacĕum* L. Gemeine Hirse. I.
*Digitaria *sanguinālis* Scop. Blut-Fingerhirse. II.
Phalāris *canariēnsis* L. Canariengras. I.
*Avēna *sativa* L. Hafer. I.
*A. *pubēscens* L. u. *flavēscens* L. Behaartes und Gold-Hafergras. I.
*Arrhenathĕrum *elatĭus* M. et K. Französisches Raygras. I.
*Holcus *lanātus* L. Honiggras. II.
*Phleum *pratēnse* L. Timotheusgras. I.
*Alopecūrus *pratēnsis* L. Wiesen-Fuchsschwanzgras. I.
*Agrōstis *alba* Schrad. Fioringras. I.
*Poa *pratēnsis* L., *triviālis* L., *fertĭlis* Host., *annŭa* L. Rispengräser. I.
*Dactўlis *glomerāta* L. Knäuelgras. I.
*Cynosūrus *cristātus* L. Kammgras. II.
*Festūca *elatĭor* L., *rubra* L., *ovīna* L. Schwingelgräser. I.
*Bromus *mollis* L. Futtertrespe. II.
*Lollium *perēnne* L. Englisches Raygras. I.
L. *italĭcum* L. Italienisches Raygras. I.

β. Bei uns wildwachsende Futtergräser (Wiesengräser, Weidegräser, Waldgräser).

a. Auf offenen Wiesen.

Alopecūrus *pratēnsis* L. Wiesen-Fuchsschwanzgras. I.
Phleum *pratēnse* L. Wiesen-Lieschgras. Timotheusgras. I.
Anthoxánthum *odorātum* L. Ruchgras. II.
Agrōstis *vulgāris* L. Gemeines Straußgras. II.
Avena *pubēscens* L. und *flavēscens* L. Behaartes und Gold-Hafergras. I.
Arrhenathĕrum *elatĭus* M. et K. Französisches Raygras. I.
Holcus *lanātus* L. Honiggras. II.
Aira *cespitōsa* L. Rasenschmiele. II.
Briza *media* L. Zittergras. II.
Dactўlis *glomerāta* L. Knäuelgras. I.
Cynosūrus *cristātus* L. Kammgras. II.
Molinia *coerulĕa* L. Steifhalm. II.
Poa *pratēnsis* L., *triviālis* L., *fertĭlis* Host. Rispengräser. I.
Festūca *elatĭor* L., *arundinacĕa* Schreb. und *rubra* L. Schwingelgräser. I.
Bromus *mollis* L., *racemōsus* L., *erĕctus* Huds., *inĕrmis* Leys. Trespen. II.
Lollium *perēnne* L. Englisches Raygras. I.
Hordĕum *nodōsum* L. Wiesengerste. II.

b. Auf Sandboden.

Aira *flexuōsa* L. Gebogene Schmiele. II.
Corynephŏrus *canēscens* Beauv. Graue Keulengranne. Ziemlich werthlos.
Koeleria *cristāta* Pers. Kammschmiele. II.
Festūca *ovīna* L. Schafschwingel. I.
Nardus *strĭcta* L. Borstengras. Ziemlich werthlos.

c. Auf nassem Boden und am Wasser.

Alopecūrus *geniculātus* L. Geknietes Fuchsschwanzgras. II.
Phalāris *arundinacĕa* L. Rohrartiges Glanzgras, jung I.
Agrōstis *alba* Schrad. Fioringras. I.
Phragmites *communis* Trin. Schilfrohr, jung II.
Glycería *fluitans* R. Br. Fluthendes Süßgras, Mannagras. I.
G. *spectabĭlis* M. et K. Hohes Süßgras, jung I.
Poa *fertĭlis* Host. Fruchtbares Rispengras. I.
Festūca *arundinacĕa* Schreb. Rohrartiges Schwingelgras. I.

d. Auf Waldboden.

Milium *effūsum* L. Waldhirse. I.
Melica *nutans* L. Perlgras. II.
Holcus *mollis* L. Weiches Honiggras. II.
Aira *flexuōsa* L. Gebogene Schmiele. II.
Dactўlis *glomerāta* L. Knäuelgras. I.
Molinia *coerulĕa* L. Steifhalm. II.
Poa *nemorālis* L. Wald-Rispengras. I.
Festūca *gigantĕa* Vill. Riesen-Schwingelgras. II.
Brachypodium *silvatĭcum* R. et S. Waldzwenke. II.
Bromus *asper* Murr. Rauhe Trespe. II.

d. Flechten.

*Cladonia *rangiferina* Fr. Rennthierflechte.
*Cetraria *islandĭca* Ach. Isländisches Moos.

4) Bienennahrung (Honig in den Blüten, §. 125.).

*Sarothāmnus *scoparius* Wimm. Beſenſtrauch.
*Genista *germanica* L. u. andere Arten Ginſter.
*Cytisus-Arten. Bohnenbaumarten.
*Trifolium *repens* L. Weißer Klee.
*Melilōtus *officinālis* Willd. und *alba* Desf. Honigklee.
*Vicia *sativa* L. Futterwicke.
*V. *faba* L. Pferdebohne.
*Onobrўchis *sativa* Lam. Esparſette.
*Prunus *avium* L. und *cerāsus* L. Kirſchbaum.
*Pirus *malus* L. Apfelbaum.
*Ribes-Arten. Johannis- u. Stachelbeeren.
*Tilia-Arten. Lindenarten.
*Acer *campēstre* L. Feldahorn.
*Rhamnus-Arten. Wegdorn-Arten.
*Polygōnum *fagopўrum* L. Buchweizen.
*Brassica *rapa* L. Rapś.
*Raphānus *raphanīstrum* L. Hederich.
*Salix *caprēa* L. und andere Arten Weide.
*Callūna *vulgāris* Salisb. Gemeine Heide.
*Ligūstrum *vulgāre* L. Rainweide.
*Lonicēra-Arten. Heckenkirſche.
*Helianthus *annūus* L. Sonnenroſe.

5) Seidenraupennahrung.

Als Futter für Seidenraupen (*Bombyx mori* L.) und andere Seide liefernde Spinner (den Ailanthusſpinner oder Fagararaupe, *Saturnīa cynthīa*, und die Eichenſeidenſpinner, *Antheraea Yama Maya* und *A. Pernyi*) werden gebraucht die Blätter von:

*Morus *alba* L., *nigra* L., *laurīca* Pall. und anderen Arten Maulbeerbäume.
Ricinus *communis* L.
Ficus *religīosa* L.
Broussonetia *papyrifēra* Vent. u. *Kaempfēri* Sieb.
Bombax *heptaphўllum* L.
Zizўphus *jujūba* Lam.
Ailanthus *glandulōsa* Desf.
Coriaria *myrtifolia* L.
Quercus *serrāta*.

VI. Nutzhölzer.

A. Einheimiſche Bäume und Sträucher.

§. 331. Die in Deutſchland einheimiſchen Holzpflanzen ſind, da ſie alle mehr oder weniger brauchbares Nutzholz (☞ §. 333.) liefern, faſt ſämmtlich Gegenſtand der Forſtkultur. Sie ſind in der folgenden Liſte mit dem üblichen Zeichen als Bäume (ħ) oder Sträucher (ħ) bezeichnet. Neuerdings werden auch Verſuche gemacht, ausländiſche Holzpflanzen, welche unſer Klima vertragen und deshalb auch als Ziergehölze in Parks ꝛc. gezogen werden (☞ §. 350.), als Waldbäume in unſere Forſtkulturen einzuführen; doch werden erſt die Erfahrungen einer längeren Reihe von Jahren darüber entſcheiden können, wie weit ihre Vegetationsfähigkeit in unſerem Klima oder ihre Akklimatiſirbarkeit ihre forſtliche Verwerthung in Deutſchland thunlich erſcheinen laſſen wird.

1) Laubhölzer.

Papilionacĕae.
ħ *Robinia *pseudacacia* L. Unechte Akazie oder gemeine Robinie.
ħ *Sarothāmnus (Spartium) *scoparius* Wimm. Beſen-Pfriemen.
ħ *Ulex *europaeus* L. Stechginſter.
ħ *Genista *germanica* L. Gemeiner Ginſter.
ħ *Cytisus *nigricans* L. Gemeiner Bohnenſtrauch.
ħ *C. *sessilifolius* L., *austriācus* L., *hirsūtus* L., *ratisbonēnsis* Schaeff.
Amygdalacĕae.
ħ *Prunus *domestica* L. Zwetſchenbaum.
ħ *P. *cerāsus* L. Sauerkirſche.
ħ *P. *avium* L. Vogelkirſchbaum oder Süßkirſchbaum.
ħ *P. *mahāleb* L. Weichſelkirſchbaum.
ħ ħ *P. *padus* L. Traubenkirſchbaum.
ħ *P. *spinōsa* L. Schwarzdorn.
ħ *P. *chamaecerāsus* Jacq. Zwergkirſchbaum.
Rosacĕae.
ħ *Rosa-Arten (die einheimiſchen Arten ſind im ſpeciellen Theile nachzuſehen).
Pomacĕae.
ħ *Pirus *malus* L. Apfelbaum.
ħ *P. *communis* L. Birnbaum.
ħ *Sorbus *aucuparia* L. Vogelbeerbaum.
ħ *S. *hybrīda* L. Baſtard-Eberesche.
ħ *S. *torminālis* L. Elſebeerbaum.
ħ *S. *domestica* L. Spierling.
ħ ħ *S. *aria* L. Gemeiner Mehlbirnbaum.
ħ *S. *scandica* Fr. Schwediſcher Mehlbirnbaum.
ħ *S. *latifolia* Pers. Breitblättriger Mehlbirnbaum.
ħ *S. *chamaemespilus* L. Zwerg-Mehlbirnbaum.
ħ *Cotoneaster *vulgāris* Lindl. Zwerg-Miſpel.
ħ *Crataegus *oxyacāntha* L. und *monogўna* Jacq. Weißdorn-Arten.
ħ *Cydonia *vulgāris* L. Quittenbaum.
ħ *Mespilus *germanica* L. Miſtelſtrauch.
ħ *Amelanchier *vulgāris* Mnch. Felſenbirn.
Elaeagnacĕae.
ħ *Hippophaë *rhamnoïdes* L. Gemeiner Sanddorn.
Thymelaeacĕae.
ħ *Daphne *mezerēum* L. Seidelbaſt.
Ribesiacĕae.
ħ *Ribes *grossularia* L. Gemeiner Stachelbeerſtrauch.
ħ *R. *rubrum* L. Echter Johannisbeerſtrauch.
ħ *R. *alpinum* L. Alpen-Johannisbeerſtrauch.
ħ *R. *nigrum* L. Schwarzer Johannisbeerſtrauch, Ahlbeerſtrauch.

§. 331.

Araliacĕae.
ħ*Hedĕra *helix* L. Epheu.
Cornacĕae.
ħ*Cornus *mas* L. Gelbblühender Hartriegel, Kornelkirsche.
ħ*C. *sanguinĕa* L. Rother Hartriegel.
Tiliacĕae.
ħ*Tilia *parvifolia* Ehrh. Winterlinde.
ħ*T. *grandifolia* Ehrh. Sommerlinde.
Buxacĕae.
ħ*Buxus *sempervirens* L. Gemeiner Buchsbaum.
Empetracĕae.
ħ*Empĕtrum *nigrum* L. Schwarze Rauschbeere.
Acerinĕae.
ħ*Acer *campĕstre* L. Feldahorn.
ħ*A. *pseudoplatănus* L. Bergahorn.
ħ*A. *platanoïdes* L. Spitzahorn.
Sapindacĕae.
ħ*Aesculus *hippocastănum* L. Roßkastanie.
Celastrinĕae.
ħ*Evonўmus *europaeus* L. Gemeiner Spindelbaum.
ħ*E. *verrucōsus* Scop. Warziger Spindelbaum.
ħ*E. *latifollus* Scop.
ħ*Staphylĕa *pinnāta* L. Pimpernuß.
Aquifoliacĕae.
ħ*Ilex *aquifolium* L. Stechpalme.
Rhamnacĕae.
ħ*Rhamnus *cathartica* L. Kreuzdorn.
ħ*Rh. *frangŭla* L. Faulbaum.
Berberidĕae.
ħ*Berbĕris *vulgāris* L. Berberitze.
Salicinĕae.
ħ*Salix *alba* L., *fragĭlis* L., *pentāndra* L., *daphnoïdes* Vill. Weidenbäume.
ħS. *babylonica* L. Trauerweide.
ħ*Salix-Arten, Weidensträucher (die zahlreichen einheimischen Arten sind im speziellen Theile nachzusehen).
ħ*Populus *dilatāta* Ait. Pyramidenpappel.
ħ*P. *nigra* L. Schwarzpappel.
ħ*P. *alba* L. Silberpappel.
ħ*P. *tremŭla* L. Espe oder Zitterpappel.
Cupulifĕrae.
ħ*Quercus *sessiliflōra* Salisb. Winter- oder Steineiche.
ħ*Q. *pedunculāta* Hoffm. Sommer- oder Stieleiche.
ħ*Q. *lanuginōsa* Thuill. (*pubēscens* Willd.). Weichhaarige Eiche.
ħ*Corўlus *avellāna* L. Haselstrauch.
ħ*Carpĭnus *betŭlus* L. Weißbuche.
ħ*Castanĕa *vesca* Gaertn. Maronen-Kastanie.
ħ*Fagus *silvatica* L. Rothbuche.

Betulacĕae.
ħ*Alnus *glutinōsa* L. Schwarzerle, Rotherle.
ħ*A. *incāna* L. Grauerle.
ħ*A. *virĭdis* DC. Grüne Erle.
ħ*Betŭla *alba* L. Nordische Birke.
ħ*B. *pendŭla* Roth. Hängebirke.
ħ*B. *pubēscens* Ehrh. Moorbirke.
ħ*B. *humĭlis* Schrank. Niedrige Birke.
ħ*B. *nana* L. Zwergbirke.
Juglandacĕae.
ħ*Juglans *regĭa* L. Gemeiner Wallnußbaum.
Myricacĕae.
ħ*Myrĭca *gale* L. Gemeiner Gagel.
Moracĕae.
ħ*Morus *alba* L. und *nigra* L. Weißer und schwarzer Maulbeerbaum.
Artocarpacĕae.
ħFicus *carĭca* L. Gemeiner Feigenbaum.
Platanacĕae.
ħPlatănus *orientālis* L., *occidentālis* L. Platanen.
Ulmacĕae.
ħ*Ulmus *campēstris* L. Ulm- oder Rüsterbaum.
ħ*U. *effūsa* Willd. Traubenulme.
ħ*U. *montāna* With.
ħCeltis *australis* L. Gemeiner Zürgelbaum.
Ericacĕae.
ħ*Vaccinium *myrtillus* L. Gemeiner Heidelbeerstrauch.
ħ*V. *uliginōsum* L. Moor-Heidelbeerstrauch.
ħ*V. *vitis idaea* L. Preiselbeerstrauch.
ħ*Callūna *vulgāris* Salisb. Gemeine Besenheide.
ħ*Erĭca *tetrālix* L. Sumpfheide, und E. *carnĕa* L.
ħ*Ledum *palūstre* L. Sumpfporst.
ħ*Rhododendron *hirsūtum* L. und *ferrugineum* L. Alpenrosen.
Solanacĕae.
ħ*Lycium *europaeum* L. Bocksdorn.
Oleacĕae.
ħ*Fraxinus *excelsior* L. Hopfesche.
ħ*Ligustrum *vulgāre* L. Gemeine Rainweide.
ħ*Syringa *vulgāris* L. Gemeine Syringe.
Caprifoliacĕae.
ħ*Lonicĕra *xylostēum* L. Gemeine Heckenkirsche.
ħ*L. *nigra* L. Schwarze Heckenkirsche.
ħ*L. *coerulĕa* L. Blaue Heckenkirsche.
ħ*L. *alpigĕna* L. Alpen-Heckenkirsche.
ħ*L. *periclymĕnum* L. und *caprifollum* L. Geißblatt.
ħ*Sambūcus *nigra* L. Flieder od. schwarzer Hollunder.
ħ*S. *racemōsa* L. Traubenhollunder.
ħ*Vibŭrnum *opŭlus* L. Gemeiner Schneeball.
ħ*V. *lantāna* L. Wolliger Schneeball.

2) Nadelhölzer.

Taxinĕae.
ħ*Taxus *baccāta* L. Tax- oder Eibenbaum.
Cupressinĕae.
ħ*Junipĕrus *communis* L. Gemeiner Wachholder.
ħ*J. *nana* Willd. Zwerg-Wachholder.
ħ*J. *Sabīna* L. Gemeiner Sadebaum.
ħħThuja *occidentālis* L. Gemeiner Lebensbaum.
ħħTh. (Biōta) *orientālis* L. Morgenländischer Lebensbaum.
Abietinĕae.
ħ*Abies *excĕlsa* Lam. Roth- od. Pechtanne.
ħ*Abies *pectināta* DC. Weißtanne. Edeltanne.
ħ*Larix *europaea* DC. Gemeine Lärche.
ħL. *intermedĭa* Fisch. (L. *sibirĭca* Pall., *Ledebourĭi* Endl.) Sibirische Lärche.
ħ*Pinus *silvēstris* L. Föhre oder Kiefer.
ħ*P. *montāna* Mill. (P. *pumĭlio* Haenke). Knieholzkiefer.
ħ*P. *laricio* Poir. Schwarzkiefer.
ħ*P. *strobus* L. Weymouthskiefer.
ħ*P. *cembra* L. Zirbelkiefer.

§. 331. Von genannten Holzgewächsen liefern:

1) Bau- od. Zimmerholz.
1. Eichen, 2. Weißtannen, 3. Gemeine Kiefern, 4. Schwarzkiefern, 5. Zirbelkiefern, 6. Weymuthskiefern, 7. Fichten, 8. Lärchen, 9. Roßkastanien, 10. Rüster.

2) Nutz- u. Geschirrhölzer für Drechsler, Tischler, Stellmacher ꝛc.
1. Robinie (Akazienholz), 2. Goldregen, 3. Mandelbaum, 4. Traubenkirschbaum, 5. Weichsel, 6. Kirschbaum, 7. Pflaumenbaum, 8. Apfelbaum, 9. Birnbaum, 10. Weißdorn, 11. Elsbeerbaum (Sorbus *torminālis*), 12. Eberesche, 13. Sperberbaum (Sorbus *domestĭcus*), 14. Sanddorn (Hippophäs *rhamnoides*), 15. Hartriegel (Cornus *sanguinĕa*), 16. Kornelkirsche, 17. Linden, 18. Buchsbaum, 19. Roßkastanie, 20. Ahorn, sowie die amerikan. Arten, 21. Pimpernuß (Staphylĕa *pinnāta*), 22. Kreuzdorn, 23. Faulbaum, Pulverholz (Rhamnus *frangŭla*), 24. Pfaffenhütchen (zu Zahnstochern), 25. Stechpalme (Ilex *aquifŏlium*), 26. Sauerdornwurzelholz, 27. Nußbaum, 28. Eichen, 29. Buchen, 30. Hainbuchen, 31. Haselnuß, 32. Edelkastanie, 33. Birken (schwedisches Lilienholz ist Birkenmaser), 34. Erlen, 35. Rüster, 36. Zürgelbaum, Triester Holz (Celtis *austrālis*), 37. Maulbeerbaum, 38. Platane, 39. Weiden, 40. Schwarzpappeln, Silberpappeln und Espen, 41. Eschen, 42. Rainweide (Ligustrum *vulgāre*), 43. Flieder (Syringa *vulgāris*), 44. Hollunder (Sambūcus *nigra*), 45. Schlingholz (Viburnum *lantāna*), 46. Beinholz (Lonicĕra *xylostēum*), 47. Taxusbaum, 48. Wachholder, 49. Lebensbaum, weißes Cedernholz, canadisches Cedernholz (Thuja *occidentālis*), 50. Weißtannen (Schachtelholz), 51. Fichten, 52. Lärchen, 53. Kiefern, 54. Schwarzföhre (Pinus *nigrĭcans*), 55. Knieholzkiefer (Pinus *pumĭlio*), 56. Zirbelkiefer (Pinus *cembra*), 57. Weymuthskiefer.

3) Brennholz in folgender Stufenfolge. (Brennwerth ☞§.333.)
1. Hainbuchen, 2. Buchen, 3. Eichen, 4. Eschen, 5. Rüster, 6. Ahorn, 7. Linden, 8. Birken, 9. Erlen, 10. Pappeln, 11. Robinien, 12. Lärchen, 13. Kiefern, 14. Weißtannen, 15. Fichten.

4) Hecken
1. Weißdorn, 2. Sauerdorn (Berberitze), 3. Liguster, 4. Hainbuchen, 5. Kornelkirsche, 6. Brombeeren, 7. Haselstrauch, 8. Kreuzdorn, 9. Rosen, 10. Schwarzdorn, 11. Pfaffenhütchen, 12. Weidensträuche, 13. Waldrebe, 14. Taxus.

5) Lauben und Wandbekleidungen
1. Waldrebe, 2. Epheu (Hedĕra), 3. Immergrün (Vinca), 4. Geisblatt (Lonicĕra *caprifŏlium*).

6) Gerbstoffe (§. 341.) liefern in Rinde und Blättern
1. Eichen, besonders, 2. Ebereschen, weniger, 3. Erlen, 4. Roßkastanien, 5. Rüster, 6. Weiden.

7) Harz, Pech, Theer, Terpentin, Kienruß ꝛc.
1. Weißtanne, 2. Lärche, 3. Fichte, 4. Gemeine Kiefer, 5. Knieholzkiefer, 6. Schwarzkiefer.

8) Kohlen
1. Buchen, 2. Hainbuchen, 3. Linden, 4. Erlen, 5. Faulbaum, 6. Kornelkirsche, 7. Spindelbaum, 8. Elsebeerbaum, 9. Mispelstrauch, 10. Ahorn, 11. Roßkastanie, 12. Rüster, 13. Haselstrauch, 14. Pappel, 15. Weide, 16. Weißtannen, 17. Kiefern, 18. Lärchen, 19. Fichten.

9) Besen
1. Birken, 2. Heiden, 3. Besenpfriemen.

10) Farbestoffe (§.347.).
1. Eichen, 2. Kirschen, 3. Traubenkirschen, 4. Wallnüsse, 5. Heidelbeeren, 6. Kreuzdorn, 7. Liguster, 8. Erlen, 9. Eschen.

11) Blätter zu Viehfutter
1. Robinien, 2. Linden, 3. Eschen, 4. Erlen, 5. Birken, 6. Maulbeerbaum (für Seidenraupen), 7) Pappeln, 8) Weiden.

12) Früchte und Samen zur Bereitung von Oel (§. 343.)
1. Buche, 2. Wallnußbaum, 3. Haselnußstrauch, 4. Pimpernuß.

13) Früchte zu Viehmastung
1. Eichen, 2. Buchen, 3. Roßkastanien, 4. Schlechte Sorten od. Abfall von Aepfeln, Birnen, Pflaumen.

14) Eßbare Früchte für Menschen ☞ Obst §. 327.

B. Ausländiſche Nutz- und Handelshölzer.

Gegenwärtig werden in der Holzinduſtrie eine Menge ausländiſcher Holzarten §. 332.
gebraucht, von denen viele ſchon ſeit langer Zeit allgemein geſchätzt ſind, deren Zahl aber in der neueren Zeit noch bedeutend geſtiegen iſt. Wenn auch von den meiſten derſelben die Stammpflanzen bekannt ſind, ſo iſt doch noch von manchen die Benennung und die Abſtammung unſicher. In der nachfolgenden Liſte ſind die Handelsnamen der Hölzer mit fetter Schrift angegeben.

Mimosacĕae.
Acacia *lebbek* Willd. **Bois noir.** Reunion.
A. *mollissima* Willd. **Wattle.** Victoria.
A. *excelsa* Benth. **Rosewood.** Queensland.
Pithecolobium *bigeminum* Mart. **Djengkol.** Oſtindien.
P. *montānum* Benth. Oſtindien.
Xylia *dolabriformis* Benth. Oſtindien.
Triplomēa *spec.* Eine Art **Roſenholz.** Braſilien.
Adenanthēra *pavonīna* L. **Corail végétal, Condoriholz.** Madagaskar, Reunion.

Caesalpiniacĕae.
Haematoxylon *campechiānum* L. **Campecheholz, Blauholz.** Weſtindien, Südamerika.
Caesalpinia *echināta* Lam., *brasiliensis* Sw., *crista* L., *bijūga* Sw. **Rothholz, Fernambukholz.** Braſilien.
C. *sappan* L. **Sappanholz.** Oſtindien.
C. *obovāta* Willd. Eine Art **Roſenholz.** Braſilien.
C. *coriaria* Willd. **Samak.** Weſtindien, Südamerika.
C. *ferrea* Mart. **Juca, pao ferro.** Braſilien.
Coulteria *tinctoria* Kunth. **Rothholz.** Braſilien.
Ceratonia *siliqua* L. Mittelmeergebiet.
Copaifēra *bracteāta* Benth. **Amaranthholz.** Südamerika.
Cercis *siliquastrum* L. Südeuropa, Kleinaſien.
C. *canadēnsis* L. Canada.
Tamarindus *indica* L. **Tamarindenholz.** Oſtindien.
Baphia *nitida* Afzel. **Afrikaniſches Rothholz, Camwood.** Sierra Leona.
Parkinsonia *africāna* R. Br. **Wilde Lemoenhout.** Kap.
Bocōa *provocēnsis* Aubl. **Bocoholz.** Südamerika.
Hymenaea *courbaril* L. Weſtindien, Südamerika.
Swartzia *tomentōsa* DC. (Robinia *panacoca* Aubl. **Eiſenholz, Iron wood.** Südamerika.

Papilionacĕae.
Castanospermum *austrāle* Cunn. **Bean-tree.** Queensland.
Pterocārpus *santalīnus* L. **Rothes Sandelholz, Caliaturholz.** Oſtindien.
Pt. *indicus* Willd. **Kajoëholz.** Oſtindien.
Brya (Pterocārpus) *ebēnus* DC. Eine Art **Ebenholz.** Südamerika.
Dalbergia *sissoo* Roxb. Oſtindien.
D. *melanoxylum* Perot. **Ebenholz vom Senegal.** Weſtafrika.
Erythrina *corallodēndron* L. **Korallenholz, bois d'Immortel.** Guiana, Martinique.
Machaerium *Schomburghii* Benth. **Bois de lettre marbré, tiger wood.** Guiana.
M. *arborēum* P. Thou. Guadeloupe.

Amygdalacĕae.
Prunus *sphaerocārpus* Sw. Martinique.

Rosacĕae.
Ferolia *guianēnsis* Aubl. **Ferolinholz, bois satiné, bois marbré.** Guiana, Guadeloupe.

Proteacĕae.
Stenocarpus *salignus.* **Beef-wood.** Neuſüdwales.

Combretacĕae.
Bucida *bucĕras* L. **Chêne français des Antilles.** Weſtindien, Südamerika.

Santalacĕae.
Santālum *album* L. **Weißes Sandelholz.** Oſtindien.
Nyssa *aquatica* L. Eine Art **Korkholz.** Nordamerika.
N. *tomentōsa* A. Mich. **Tupelo-wood.** Nordamerika.

Myrtacĕae.
Eucalyptus *botryoides* Sm. **Baſtard-Mahagoni.** Neuſüdwales.
E. *spec.* **Colonial-Mahagoni, White-Mahagoni.** Neuſüdwales.
Eugenia *acris* W. et A. **Myrtenholz.** Weſtindien.

Rhizophoracĕae.
Rhizophŏra *mangle* L. **Manga robeira, Mongue sapateiro.** Weſtindien, Braſilien.

Malvacĕae.
Ochrōma *lagōpus* Sw. (Bombax *pyramidāle* Cav.), Weſtindien, Bombax *ceiba* Burm., Ceylon. Hibiscus *tiliaceus* L., Oſtindien. Liefern **Korkholz, bois de liége.**
Thespesia *spec.* Eine Art **Rothholz, Camwood, Gabonholz.** Weſtafrika.

Büttneriacĕae.
Assonia *populnea* Cav. Reunion.
Heritiera *littorālis* Dryand. Oſtindien.

Nyctaginĕae.
Andradoea *floribunda* Allem. Braſilien.

Anacardiacĕae.
Pistacia *lentiscus* L. **Piſtacienholz.** Mittelmeergebiet.
Rhus *cotinus* L. **Fiſetholz.** Südeuropa.
Rh. *typhinum* L. **Eſſigbaumholz.** Nordamerika.
Rh. *rhodanthēmum* F. Muell. **Light Yellow Wood.**
Odina *Wodier* Roxb. Oſtindien.
Mangifēra *indica* L. **Mango.** Indien.

Connaracĕae.
Omphaloblum *Lamberti* DC. **Bois de zebre.** Guiana.

Burseracĕae.
Amyris *balsamifera* L. Eine Art **Roſenholz.** Weſtindien, Südamerika.

Zygophyllacĕae.
Guajacum *officināle* L. **Guajakholz, Pockholz, Franzoſenholz, lignum sanctum.** Weſtindien.

Rutacĕae.
Zanthoxylon *caribaeum* Lam. **Bois épineux blanc.** Weſtindien, Südamerika.

Meliacĕae.
Swietenia *mahagōni* L. u. *multijūga* Schiede. **Mahagoniholz.** Weſtindien.
S. *chloroxylon* Roxb. Oſtindien.
Khaya *senegalēnsis* Guill. et Perott. (Swietenia *senegalēnsis* Desn.). **Cailcedraholz, Madeira-Mahagoni.** Weſtafrika.

§. 332.

Cedrēla *odorāta* L. und *guianēnsis* Aubl. **Cedrelaholz, Cigarrenkiſtenholz.** Weſtindien, Südamerika.
C. *Toōna* Roxb. Eine Art **Mahagoni.** Oſtindien.

Aurantiacēae.
Chalcas *paniculāta* L. (Camunium *japonēnse* Rumph.) **Camuneng** Amboina.

Euphorbiacēae.
Claoxylon *spec* **Bois cassant.** Oſtindien.
Amanōa *guianēnsis* Aubl. **Bois de lettre rouge, bow-wood.** Südamerika.
Excoecaria *agalōcha* L. **Aloe-, Adler-** od. **Paradiesholz.** Oſtindien.

Sapindacēae.
Stadtmannia *oppositifolia* Lam. Eine Art **Eiſenholz.** Ile-de-France.
St. *australis* R. Br. **Tamariad tree.** Neuſüdwales.
Toulicia *guianēnsis* Aubl. **Bois flambeau, candle wood.** Südamerika.
Cossignia *borbonica* DC. **Bois de fer de Judas.** Reunion.
Lepisanthes *monōana* Bl. **Kiparai.** Oſtindien.
Aritēra *littorālis* Bl. **Kihoß.** Oſtindien.
Schleichēra *trijūga* Willd. **Kessambi.** Oſtindien.
Irina *glabra* Bl. **Longsar.** Oſtindien.
Xenospērmum *Norhoniānum* Bl. **Tjerogol monjet.** Java.
Ptoeroxylon *utile* Eckl. et Zeyh. **Kapeniſches Mahagoniholz.** Kap.

Erythroxylēae.
Erythroxylon *arcolātum* Lam. Eine Art **Eiſenholz.** Carthagena.

Polygalacēae.
Xanthophyllum *vitellīnum* Bl. **Kitelor** Oſtindien.

Celastrinēae.
Mygīnda *spec* **Bogarrier bâtard.** Martinique.

Rhamnacēae.
Rhamnus *ferrēus* Vahl. **Eiſenholz.** Caraïben.
Elaeodēndron *spec.* **Safraanhout.** Kap.

Clusiacēae.
Calophyllum *inophyllum* Lam. Oſtindien.
Mesua *ferrea* L. **Eiſenholz, Gongan.** Oſtindien.

Dipterocarpacēae.
Hopea *balangēran* Korth. **Bulangeran.** Oſtindien.
Shorea *robūsta.* **Surreyn, Saul, Sál.** Oſtindien.

Magnoliacēae.
Illicium *anisātum* L. **Anisholz?** China, Cochinchina.

Lauracēae.
Camphora *officinālis* Nees (Laurus *camphora* L.). **Kampferholz.** Oſtindien.
Nectandra *spec.* **Cedre noir.** Guiana.
N. *concīnna* Nees. **Laurier marbré.** Martinique.
N. *Rhodiaei* Schomb. **Greenheart, Sipiri, Hitchia.** Guiana.
Licaria *guianēnsis* Aubl. **Bois de rose.** Südamerika.
Cryptocarya *obovāta* R. Br. **White Sycamore.** Auſtralien.
Endlandra *glauca* R. Br. **Teak-wood.** Auſtralien
Lepidadenia *Wightiāna* Nees. **Tang-Kalak.** Oſtindien.

Monimiacēae.
Mithridatēa *tamburlana* L. (Ambora *tamb.* Lam.). **Bois de tambour.** Madagaskar, Mascarenen.

Betulacēae.
Betula *lenta* L. **Mountain-Mahagony, Black birch.** Nordamerika.

Juglandacēae.
Carya *alba* Mill. (Juglans *alba* L.). **Hickoryholz.** Nordamerika.

Casuarinēae.
Casuarina *equisetifolia* Forst. u. *muricāta* Roxb. **Eiſenholz.** Oſtindien, Südſeeinſeln.
C. *quadrivālvis* Labill. **Swamp oak.** Neuſüdwales.
C. *torulōsa* R. Br. **Forest oak.** Queensland.

Artocarpacēae.
Maclura *aurantiāca* Nutt. (Morus *tinctoria* L.). **Echtes Gelbholz.** Weſtindien.
Piratinēna *guianēnsis* Aubl. **Letterholz, lettre-wood, bois de lettre, Muskatholz.** Südamerika.
Artocarpus *integrifolia* L. **Jacqueirahholz.** Braſilien.

Platanacēae.
Liquidāmbar *Altingiānum* Bl. **Rasamala.** Java.

Ulmacēae.
Celtis *rhamnoīdes* Willd. **Camdeboo Stinkwood.** Kap.

Ericacēae.
Erica *arborea* L. Wurzelholz (racine de bruyère). Mittelmeerländer.
Clethra *obovāta* Ruiz. et Pav. Peru.

Sapotacēae.
Sideroxylon *tenax* L., *cinerēum* L., *inērme* L. *etc.* **Eiſenholz, bois de fer.** Weſtindien, Weſtafrika.
Sapōta *Müllēri* Bleck. **Bully tree wood, Balata rouge.** Guiana.
Labatia *macrocārpa* Mart. **Balata indien.** Guiana.
Mimusops *Kauki* L. Oſtindien.
M. *elāta* Fr. All. **Massaranduba.** Braſilien.
M. *spec.* und Libourdanaisia *spec.* **Bois de natte.** Südamerika.
M. *spec.* **Red Milkwood.** Kap.
Diphōlis *salicifolia* DC. **Galimetta wood.** Weſtindien.

Styracacēae.
Symplocos *tinctoria* L. **Sweet wood.** Carolina.

Ebenacēae.
Diospyros *ebēnum* Retz., *melanida* Poir., *ebenaster* Retz., *tesselaria* Poir., *chloroxylon* Roxb., *melanoxylon* Roxb. u. Maba *ebēnus* R. Br. **Ebenholz.** Oſtindien.
D. *hirsūta* L. **Calamander-** oder **Coromandelholz.** Ceylon.
Euclea *spec.* **African Ebony.** Kap.

Convolvulacēae.
Convolvulus *scoparius* L. und *floridus* L. **Roſenholz.** Canariſche Inſeln.

Verbenacēae.
Tectona *grandis* L. **Teakholz.** Oſtindien.
T. *australis* Hill. **Beech.** Queensland.
Vitex *pubēscens* Vahl. Oſtindien.
Avicennia *officinālis* L. **Api-Api.** Oſtindien.
Aegiphila *martinicēnsis* L. **Bois Cabri.** Weſtindien.

Bignoniaceae.
Bignonia *spathacea* L. (Spathodea *longifolia* Vent.) **Pferdefleischholz.** Malabar.
B. *pentaphylla* Juss. Martinique.
B. *leucoxylon* L. **Grünes Ebenholz.** Westindien.
Catalpa *longissima* Sm. **Chêne des Antilles.** Westindien.
Jacaranda *brasiliensis* Pers. **Palisanderholz, Polyxanderholz, Jacarandaholz.** Südamerika.
Gesneriaceae.
Fieldia *africana* Cunn. **Afrikanisches Teakholz.** Westafrika.
Oleaceae.
Olea *europaea* L. **Oelbaumholz.** Südeuropa.
O. *lancea* Lam. Reunion.
O. *undulata* Jacq. **Schwarzes Eisenholz.** Kap.
O. *paniculata* R. Br. **Marble wood.** Neusüdwales, Queensland.
O. *americana* Mchx. **Divil wood.** Nordamerika.
Loganiaceae.
Fagraea *peregrina* L. **Königsholz.** Ostindien.
Apocynaceae.
Plumiera *articulata* Vahl. **Balata blanc.** Guiana.
Aspidosperma *excelsum* Benth. **Paddle wood.** Guiana.
A. *Vargassi* DC. **Venezuelisches Buchsbaumholz.** Venezuela.
Alstonia *spectabilis* R. Br. Eine Art **Korkholz.** Ostindien.
Asclepiadeae.
Periploca *graeca* L. Orient.
Borragineae.
Cordia *gerascanthus* L., *sebestina* L., *scabra* Desf. **Rosenholz, Bois de Cypre, bois de Rhodes.** Westindien.
Rubiaceae.
Exostemma *floribundum* R. et S. **Bois tabac.** Westindien.
Genipa *americana* L. Nordamerika.
Chymarrhis *cymosa* Jacq. Martinique, Guadeloupe.
Nauclea *grandifolia* DC. **Galeh, Ati.** Java.
Hymenodyction *Horsfieldii* Miq. **Blendreng.** Ostindien.
Caprifoliaceae.
Viburnum *dentatum* Willd. **Arrow wood.** Nordamerika.
Compositae.
Eurybia *argophylla* Cass. **Musk-wood, Australisches Bisamholz.** Neuholland.
Palmae.
Arenga *saccharifera* Labill. Ostindien.
Phoenix *dactylifera* L. Tropen.
Cocos *nucifera* L. Tropen.
C. *butyracea* L. Westindien.
Mauritia *flexuosa* L. Südamerika.
Borassus *flabelliformis* L. Ostindien, Afrika.
Euterpe *oleracea* Mart. Brasilien, Guiana.
Metroxylon *elatum* Mart. Celebes.
} **Palmenholz.**
Pandanaceae.
Pandanus *odoratissimus* L. Madagaskar.
Carludovica *palmata* R. et P. Südamerika.
} **Palmenholz.**
Coniferae.
Larix *cedrus* H. Par. **Cedernholz.**
Pinus *Massoniana* Lamb. **Tinyooben.** Ostindien.
P. *Taeda* L. **Weihrauchkiefer.** Nordamerika.
P. *mitis* Mchx., *ponderosa* u. *pallustris* Mill. **Yellow pine.** Nordamerika.
P. *rigida* Mill. **Pitche pine** Nordamerika.
Juniperus *virginiana* L. **Virginisches Cedernholz, rothes Cedernholz, Bleistiftholz.** Nordamerika.
Callitris *quadrivalvis* Vent. Nordamerika.
Fitzroya *patagonica* Hook. **Alerze.** Chile.
Podocarpus *Thunbergii* Hook. **Yellowwood.** Kap.

Eigenschaften der Nutzhölzer. Die Abstammung der Nutzhölzer läßt sich mit mehr oder weniger Sicherheit aus ihren Eigenschaften, insbesondere aus ihrer feineren Struktur (☞ §. 62.) ermitteln. Das Holz der Coniferen ist durch den Mangel der Gefäße (homogenes Holz) von demjenigen der Laubbäume unterschieden. Die Weite der Gefäße ist für manche Holzarten charakteristisch, wenn nämlich diese Organe schon mit unbewaffnetem Auge auf dem Querschnitt wahrgenommen werden können (Eiche, Hickory, Nußbaum, rothes Sandelholz, Teakholz, Ulme, Esche, Korkholz), während dies bei den meisten anderen Holzarten nicht oder kaum möglich ist; die engsten Gefäße haben Birnbaum, Liguster, Weißdorn, Buchsbaum, Beinholz, Pfaffenhütchen. Auch ob die Gefäße alle gleich groß oder ungleich groß sind, ob sie radial, tangential, schief oder isolirt angeordnet sind, ferner die Anordnung der Holzparenchymgruppen, die Anwesenheit oder Unkenntlichkeit der Markstrahlen, sowie die Breite derselben dienen zur Charakteristik der einzelnen Holzarten. Ferner bietet die Umwandlung des Splintes in Kernholz (☞ §. 62.) Ungleichheiten bei den einzelnen Hölzern. Bei manchen verwandelt sich das Splintholz selbst in alten Stämmen nicht in Kernholz (Splintbäume, z. B. Ahorn, Birke, Weißbuche, Zitterpappel, Buchsbaum). Andere erleiden später eine Umwandlung des Splintes. Wenn dieser nur dunkler und trockener wird ohne seine physikalischen Eigenschaften einzubüßen, so nennt man dies Reifholz (Reifholzbäume, z. B. Fichte, Tanne, Linde, Birnbaum, Weißdorn), wird er aber unter starker Dunkelfärbung auch physikalisch verändert, so ist dies das eigentliche Kernholz (Kernbäume, z. B. Esche, Rothbuche, Ulme, Kirsche, Nußbaum, Lärche, Kiefer und alle Farbehölzer). Zur Charakteristik der Holzarten §. 333.

dient auch ihre Farbe. Lebhafte Farbe bietet überhaupt nur das Kernholz; darnach giebt es gelbe Hölzer (Gelbholz, Sauerdorn, Fiſetholz, Bocoholz), rothe oder violette Hölzer (Fernambuk-, Blau-, Sappan-, Sandel-, Amarantholz), dunkle Hölzer (Guajak-, Eben-, Paliſander-, Teakholz ꝛc.).

Bezüglich des Gebrauchswerthes kommen folgende Eigenſchaften der Hölzer in Betracht. Die Dichtigkeit des Holzes liegt zwiſchen 0,25 (Korkholz) und 1,39 (Guajakholz). Zu den leichteren Hölzern gehören Fichte, Tanne, Linde, Pappel, (0,40—0,49), dann folgen Kiefer, Weide, Erle, Roßkaſtanie (0,50—0,59), dann Lärche, Birke, Ahorn, Ulme (0,60—0,69), mittelſchwer ſind Robinie, Hainbuche, Rothbuche, Apfelbaum, Eſche, Zwetſche (0,70—0,79), ſchwer Eiche, Kornelkirſche, Liguſter, Teakholz, Weißdorn, Eibe (0,85—0,95). In ſehr genauer Beziehung hierzu ſteht die Feſtigkeit und Härte des Holzes. Die Dauerhaftigkeit zeigt bei den einzelnen Holzarten große Verſchiedenheiten, iſt jedoch ungleich je nach den Verhältniſſen, unter denen dieſelben ſich befinden. Im Freien, Wind und Wetter ausgeſetzt, zeigen ſie folgende Dauerhaftigkeit: Eiche 100, Ulme 60—90, Lärche und Kiefer 40—85, Fichte 40—67, Eſche 15—64, Buche 10—60, Weide 30, Erle, Pappel und Zitterpappel 20—40, Birke 15—40, dagegen bei Hölzern unter Waſſer: Eiche und Erle 100, Ulme 90, Buche 70—100, Lärche und Kiefer 80, Fichte 50, Eſche, Weide, Pappel, Birke ganz unhaltbar. Die durchſchnittliche Dauer von Eiſenbahnſchwellen beträgt: Eiche 14—16, Lärche 9—10, Kiefer 7—8, Tanne und Fichte 4—5, Buche $2^1/_2$—3 Jahre, wobei allerdings die Beſchaffenheit des Bodens noch gewiſſen Einfluß hat. Um die Dauerhaftigkeit des Holzes zu erhöhen, giebt es verſchiedene Conſervirungsmethoden. Holz, welches vor nachträglichem Feuchtwerden bewahrt bleibt, erhält durch vorheriges vollkommenes Austrocknen eine unbegrenzte Dauer. Durch Ankohlen oder durch Anſtrich mit Theer, Oelfarbe, Leinöl, Leinölfirniß und dergl. läßt ſich das Holz vor Naßwerden ſchützen und dauerhafter machen. Energiſcher wirkt die Unſchädlichmachung der eiweißartigen Beſtandtheile des Holzes, weil von dieſen die Zerſetzungsprozeſſe ausgehen. Dazu dienen verſchiedene Imprägnirungsmethoden mit Salzen, welche jene Beſtandtheile in unlösliche oder unthätige Modifikationen überführen und durch verminderten Luftdruck in das Holz eingepreßt werden, beſonders mit holzeſſigſaurem oder gerbſaurem Eiſenoxyd, Zinkchlorid, Kupfervitriol, Kreoſot oder Theeröl. Der Brennwerth des Holzes ſteht ebenfalls in einer nahen Beziehung zur Dichtigkeit desſelben, denn die Wärmeeffecte ſind wegen der nahezu übereinſtimmenden Zuſammenſetzung der Holzſubſtanz für gleiche Maſſen nur wenig verſchieden. Leichte, poröſe Hölzer geſtatten eine raſche Entwickelung der brennbaren Gaſe und erzeugen deshalb eine raſche, große Flamme ohne viel glühende Kohle zu hinterlaſſen. Schwere harte Hölzer verbrennen daher mit wenig Flamme, die lange glühende Kohle erzeugt aber eine andauernde und größere Hitze als die durch eine Flamme zu erzielende.

VII. Faſerpflanzen, Geflecht- und Geſpinnſtpflanzen.

§. 334. Die Pflanzenwelt iſt reich an faſerigen Stoffen, die ſich zur Herſtellung von Geweben eignen. Es handelt ſich hier um Zellen von langgeſtreckter, nämlich faden- oder faſerförmiger Geſtalt und von mehr oder minder verdickten Membranen, welche ihnen die zum Verſpinnen geeignete Feſtigkeit ertheilen. Solche Zellen treten bei den Pflanzen theils in Form von Haaren (§§. 53, 98.), theils und vorwiegend in Form zäher, feſter Stränge, der ſogenannten Gefäßbündel oder Fibrovaſalſtränge (§. 55.) auf, in denen es vorwiegend die Baſtzellen oder Sclerenchymfaſern (§. 57.) ſind, welche das verſpinnbare Material darſtellen.

A. Geſpinnſtfaſern.

Papilionaceae.

Crotalaria *juncea* L. Baſtfaſern. Sunn. Oſtindien.

Sesbania *cannabina* Retz. (Aeschynomene *cannabina* Kön.). Baſtfaſern. Koromandel.

S. *aculeata* Pers. Baſtfaſern. Oſtindien.

Aeschynomene *spinulosa* Roxb. Baſtfaſern. Oſtindien.

Erythrina *suberosa* Roxb. Baſtfaſern. Oſtindien.

§. 334.

Spartium *junceum* L., *monospermum* Desf., *multiflorum* Ait. Baſtfaſern. Südeuropa.
Butea *frondosa* Roxb., *superba* Roxb., *parviflora* Roxb. Baſtfaſern. Oſtindien.
Agati *grandiflora* Desv. (Aeschynomene *grandiflora* L.) Baſtfaſern. Oſtindien.
Hedysarum *lagopodioides* L. Baſtfaſern. Oſtindien.

Caesalpiniaceae.
Cassia *auriculata* L. Baſtfaſern. Oſtindien.
Bauhinia *tomentosa* L. und andere Arten. Baſtfaſern zu Tauen. Oſtindien.

Mimosaceae.
Acacia *procera* Willd. Baſtfaſern. Oſtindien.
A. *Sing* Perott. Baſtfaſern zu Tauen. Senegal.
Prosopis *spicigera* L. Baſtfaſern. Oſtindien.

Thymelaeaceae.
Direa *palustris* L. Baſtfaſern zu Tauen. Nordamerika.

Myrtaceae.
Melaleuca *leucadendron* L. Baſtfaſern. Oſtindien.
Careya *arborea* Roxb. Baſtfaſern. Oſtindien.

Onagraceae.
*Epilobium *angustifolium* L. Samenwolle zu Lampendochten.

Malvaceae.
Gossypium *herbaceum* L., *arboreum* L., *hirsutum* L., *barbadense* L., *religiosum* L. und andere Arten. Samenwolle. **Baumwolle.** Oſt- und Weſtindien.
Hibiscus *cannabinus* L. Baſtfaſern. **Gambohanf.** Oſtindien. Außerdem die Baſtfaſern zahlreicher anderer Hibiscus-Arten.
Abelmoschus *tetraphyllus* Graham. Baſtfaſern. Oſtindien.
Abutilon *indicum* Don. Baſtfaſern. Oſtindien.
A. *Avicennae* Gaertn. Baſtfaſern. China, Nordamerika.
Sida *retusa* L. und andere Arten. Baſtfaſern. Oſtindien.
Althaea *cannabina* L. Baſtfaſern. Südeuropa.
Malva *crispa* L. Baſtfaſern. Syrien.
Thespesia *lampas* Dulz. Baſtfaſern. Oſtindien.
Urena *sinuata* L. und *lobata* Cav. Baſtfaſern. Oſtindien.
Malachra *ovata* L. und *capitata* L. Baſtfaſern. Weſtindien.
Melochia *corchorifolia* L. Baſtfaſern. Oſtindien.
Pavonia *ceylanica* Cav. Baſtfaſern. Oſtindien.
Bombax *Ceiba* L., *heptaphyllum* L., *malabaricum* DC., *carolinum* Vellos., ſowie Eriodendron *anfractuosum* DC. und Ochroma *lagopus* Sw. Samenwolle. **Wolle der Wollbäume.** Südamerika, Weſtindien.
Chorisia *crispifolia* Kth. und *speciosa* St. Hil. Samenwolle. Südamerika.
Adansonia *digitata* L. Baſtfaſern zu Seilen. Tropiſches Afrika.

Büttneriaceae.
Abroma *angustata* L., *fastuosa* R. Br., *mollis* DC. Baſtfaſern. Oſtindien.
Theobroma *cacao* L. Baſtfaſern. Guadeloupe.
Guazuma *ulmifolia* Desf. Baſtfaſern zu Seilen. Südamerika.

Tiliaceae.
Corchorus *olitorius* L., *capsularis* L., *fuscus* Roxb., *decem-angulatus* L. Baſtfaſern. **Jute.** Oſtindien.
Triumfetta *lappula* L. Baſtfaſern. Martinique, Jamaica.

Linaceae.
*Linum *usitatissimum* L. Baſtfaſern. **Flachs.**
L. *trigynum* Roxb. Baſtfaſern. Oſtindien.

Euphorbiaceae.
Tragia *cannabina* L. Baſtfaſern. Oſtindien.
T. *involucrata* L. Baſtfaſern. Pondichery.
Antidesma *alexiterium* L. Baſtfaſern. Oſtindien.

Sapindaceae.
Sapindus *saponaria* L. Baſtfaſern zu Seilen. Südamerika, Weſtindien.

Ternstroemiaceae.
Cochlospermum *Gossypium* DC. Baſtfaſern und Samenwolle. Oſtindien.

Bixaceae.
Bixa *orellana* L. Baſtfaſern. Südamerika.

Datiscaceae.
Datisca *cannabina* L. Baſtfaſern. Orient.

Nymphaeaceae.
Nelumbium *speciosum* Willd. Faſern der Blattſtiele. Oſtindien.

Anonaceae.
Anona *squamosa* L. Baſtfaſern zu Seilen. Guadeloupe.
Xylopia *frutescens* DC. und *sericea* St. Hil. Baſtfaſern zu Seilen. Mittel- und Südamerika.

Salicineae.
*Salix- und Populus-Arten. Samenwolle zu Lampendochten ꝛc.

Moraceae.
Urostigma *benghalense* Gasp. Baſtfaſern. Oſtindien.
Lepurända *saccidora* Nimmo. Baſtfaſern. Oſtindien.
Ficus *indica* L., *religiosa* und andere Arten. Baſtfaſern zu Seilen. Oſtindien.

Urticaceae.
*Urtica *dioica* L. Baſtfaſern. **Neſſelfaſer.**
U. *cannabina* L. und viele andere ausländiſche Arten. Baſtfaſern.
Boehmeria *tenacissima* Gaud. Baſtfaſern. **Ramiefaſer.** Oſtindien.
B. *nivea* Gaud. Baſtfaſern. **Chinagras.** Oſtindien. Außerdem viele andere indiſche Boehmeria-Arten.
Leucocnide *candidissima* Miq. u. *alba* Miq. Baſtfaſern. Java.
Pipturus *velutinus* Wedd. Baſtfaſern. Neucaledonien.
Laportea *pustulata* Wedd. Baſtfaſern. Nordamerika.

Apocynaceae.
Apocynum *cannabinum* L. Baſtfaſern. Virginien.
Nerium *piscidum* Roxb. Baſtfaſern. Oſtindien.

Cannabineae.
*Cannabis *sativa* L. **Hanf.**

Boragineae.
Cordia *latifolia* Roxb., *angustifolia* Roxb., *Rothii* R. et S[illegible]ld. Baſtfaſern. Oſtind

§. 334. Asclepiadĕae.

Asclepias *syriāca* L. (A. *Cornūti* DC.) Nordamerika.
A. *curassavĭca* L. und *volubĭlis* L. Südamerika und Westindien.
Marsdenĭa *tenacissĭma*. Ostindien.
Beaumontĭa *grandiflŏra* Wallich. Ostindien.
Calotrōpis *gigantĕa* R. Br. Ostindien.
Strophānthus *spec.* Senegal.
Stephanōtis *floribūnda* A. Brog. Martinique.

} Die Samenhaare liefern die **vegetabilische Seide**, von manchen werden auch die Bastfasern gewonnen, nämlich **Jeteefaser** von Calotrōpis, **Perrumfaser** von Marsdenĭa.

Asclepias *asthmatĭca* L. und *spinōsa* Arrab. Bastfasern. Ostindien.
Cynānchum *extĕnsum* Ait. Bastfasern. Ostindien.
Calotrōpis *Hamiltonĭi* Wight. Bastfasern. Madras.
Marsdenĭa *tenacissĭma* W. et Arn. (Asclepias *t.* Roxb.). Bastfasern. Ostindien.
Holostĕmma *Rheedĭanum* Spr. (Asclepias *annularis* Roxb.). Bastfasern. Ostindien.
Orthanthĕra *viminĕa* Wight. Bastfasern. Ostindien.
Hemidĕsmus *indĭcus* R. Br. (Periplŏca *indĭca* L.). Bastfasern. Ostindien.
Leptadenĭa *spartum* Wight. Bastfasern. Ostindien.
Hoya *viridiflŏra* R. Br. Bastfasern. Ostindien.
Periplŏca *silvĕstris* Retz und *aphўlla* Desn. Bastfasern. Ostindien.

Zingiberacĕae.
Curcūma *longa* L. Fasern der Blätter. Ostindien.

Marantacĕae.
Phrynium *dichotŏmum* Roxb. Gefäßbündel des Stammes. Ostindien.

Bromeliacĕae.
Agāve *americāna* L., *vivipāra* L., *mexicāna* Lam. und andere Arten. Bastfasern, **Agavefaser** od. **Pita**. Zu Seilerarbeiten. Westindien, Mexico.
A. *sisalāna* Mill., *lurida* Ait. Bastfasern. **Grashanf** oder **Sisalhanf**. Centralamerika.
Bromelia *ananas* L., B. *Karātas* L. und andere Arten. Bastfasern der Blätter. Ananashafer od. Silkgras. Tropen.
Bilbergia *variegāta* Mart. Bastfasern. Brasilien.
Fourcroya *gigantĕa* Vent. und *cubĕnsis* Jacq. Bastfasern. Mexiko, Brasilien.

Musacĕae.
Musa *textĭlis* Nees, *paradisiāca* L., *sapientum* L., *Cavendishĭi* Paxt. und andere Arten. Bastfasern. **Manilahanf**. Zu Seilerarbeiten. Ostindien.
Heliconĭa *caraĭbaea* Lam. Bastfasern. Antillen.

Liliacĕae.
Phormium *tenax* Forst. Gefäßbündel der Blätter. **Neuseeländischer Flachs**. Neuseeland.
Sanseviēra *ceylanĭca* Willd. Gefäßbündel der Blätter. Guinea, Ostindien. Ebenso *S. lanuginōsa* Rheede, Indien; *S. guinēnsis* Willd. u. *angolēnsis* Welw. Westafrika.
Yucca *filamentōsa* Lam. und andere Arten. Gefäßbündel der Blätter. Nordamerika, Westindien.
Aloë *vulgāris* L., *perfoliāta* Thunb. und andere Arten. Gefäßbündel der Blätter. **Aloëfaser**. Tropen.

Haemodoracĕae.
Alĕtris *nervōsa* Roxb. Ostindien.
A. *guinēensis* L. Westafrika.
} Blattfasern zu Tauen.

Palmae.
Cocos *nucifĕra* L. Gefäßbündel der Fruchtschalen. **Cocosfaser, Coir**. Tropen.
Attalĕa *funifĕra* Mart. Fasern der Blattscheiden. **Piassave**. Brasilien. Außerdem die Fasern der Blüten und Blatthüllen von Borassus *flabellifōrmis* L., Arenga *saccharifĕra* Labill., Caryōta *urens* L., Astrocarўum *vulgāre* Mart., Mauritia *flexuōsa* L., Sagus *filāris* Rumph., Phoenix *dactylifĕra* L., Chamaerops *humilis* L. und vieler anderer Palmen.

Pandanacĕae.
Pandānus *odoratissĭmus* L., *utĭlis* Bory., *furcātus* Roxb. Gefäßbündel der Blätter. **Pandanusfaser, Bacova**. Tropen.

Cyperacĕae.
*Eriophŏrum-Arten. Wollbüschel der Frucht zu Lampendochten ꝛc.

Graminĕae.
Stipa *tenacissĭma* L. Fasern des Blattes. **Espartofaser**. Spanien, Nordafrika.
Gymnostăchys *anceps* R. Br. Fasern des Blattes. Neusüdwales.
Andropōgon *Ivaranĕusa* Roxb. und andere Arten. Fasern der Wurzel zu Seilen. Ostindien.
A. *gryllus* L. und *ischaemum* L. Fasern der Wurzel. Mittel- und Südeuropa.

Abietinĕae.
*Pinus *silvĕstris* L. Fasern der Nadeln. **Waldwolle**.

Gnetacĕae.
Gnetum *gnemon* L. und *funiculāre* Bl. Ostindien.

B. Papierpflanzen (Material zur Papierfabrikation).

Papilionacĕae.
Parkinsonĭa *aculeāta* L. Bastfasern. Ostindien.

Lecythidĕae.
Lecўthis *ollaria* L. und *grandiflŏra* Aubl. Bastfasern. Brasilien.

Linacĕae.
*Linum *usitatissĭmum* L. Bastfasern. Lumpenpapier.

Araliacĕae.
Aralĭa *papyrifĕra* Hook. Mark. China.

Thymelaeacĕae.
Daphne *cannabĭna* Lour. und *lagĕtta* Sw. Bastfasern. Nepal.

Malvacĕae.
Gossўpium-Arten. Samenhaare. Baumwollenpapier.
Althaea *rosĕa* Cav. Bastfasern.
Hibiscus *esculĕntus* L. Bastfasern. Tropen.

Moracĕae.
Broussonetĭa *papyrifĕra* Vent. Bastfasern. Japan.

Artocarpaceae.
Artocarpus *hirsuta* Willd. Baſtfaſern. Oſtindien.
Palmae.
Borassus *flabelliformis* L. u. andere Palmen. Faſern der Blätter.
Musaceae.
Musa *paradisiaca* L. Die Blätter ſelbſt dienen zu Papier. Oſtindien.
Cyperaceae.
Cyperus *papyrus* L. Papyrusſtaude. Mark des Stengels zu den Papyrusrollen der Alten.
Gramineae.
Bambusa *arundinacea* Willd. Bambusrohrfaſern. China.
Saccharum *officinarum* L. Das abgepreßte Zuckerrohr.
Stipa *tenacissima* L. Faſern des Blattes, Espartofaſer. Spanien, Nordafrika.
Oryza *sativa* L. Reisſtroh. } Zu Strohpapier.
Zea *mais* L. Maisſtroh. }
*Secale *cereale* L. und andere Getreidearten. }
Abietineae.
Abies *excelsa* DC. Fichte, A. *pectinata* DC. Tanne, ſowie Populus *tremula* L. und andere Bäume. Holz zu Holzpapier oder Holzſtoff.
Auch Mooſe, Flechten, Confervaceen und ſelbſt Torf (beſonders die oberſte, aus halb zerſetzten Torfmooſen, Sphagnum-Arten beſtehende Schicht der Torflager) laſſen ſich zu Papier oder Pappe verarbeiten.

C. Binde-, Flecht- und Stopfſtoffe, zum Binden, zu Flechtwerken, wie Körben, Matten, Teppichen, Fußdecken, Fußabtretern, Strohhüten, Seilen, und zum Ausſtopfen von Polſtern ꝛc.

Combretaceae.
Terminalia *glabrata* Forsk. u. *paniculata* L. Baſt. Oſtindien.
Tiliaceae.
Tilia *parvifolia* Ehrh. und *grandifolia* L. Lindenbaſt.
Grewia *oppositifolia* Hamilt. und andere Arten. Baſt. Oſtindien.
Erinocarpus *Nimmonii* Hassk. Baſt. Oſtindien.
Sterculiaceae.
Sterculia *villosa* Roxb. und andere Arten Oſt- und Weſtindiens. Baſt.
Kydia *calycina* Roxb. Baſtfaſern. Oſtindien.
Malvaceae.
Bombax *Ceiba* L. und andere Arten (ſiehe S. 855.). Wolle der Wollbäume. Südamerika, Weſtindien.
Thespesia *lampas* Dulz. Baſtfaſern. Oſtindien.
Gossypium *herbaceum* und andere Arten. Baumwolle. Oſt- und Weſtindien.
Thymelaeaceae.
Laiosiphon *speciosus* Desn. Baſt. Oſtindien.
Gnidia *eriocephala* Meisn. Baſt. Oſtindien.
Menispermaceae.
Cocculus *cordifolius* DC. Wurzelfaſern. Oſtindien.
Salicineae.
*Salix *viminalis* L. und andere Weidenarten. Ruthen zum Binden und Flechten.
Ulmaceae.
Holoptelea *integrifolia* Planch. Baſt. Oſtindien.
Celtis *orientalis* L. und *Roxburghii* Miq. Baſt. Oſtindien.
Sponia *Wightii* Planch. Baſt. Oſtindien.
Urticaceae.
Boehmeria-Arten. Baſt. Oſtindien.
Pipturus *velutinus* Wedd. Baſt. Neucaledonien.
Moraceae.
Urostigma *benghalense* Gasp. und andere Arten. Baſt. Oſtindien.
Lepuranda *saccidora* Nimmo. Baſt. Oſtindien.
Palmae.
Chamaerops *humilis* L. und viele andere Palmen. Faſern der Blätter.
Cocos *nucifera* L. Gefäßbündel der Fruchtſchalen, Cocosfaſer.
Calamus *rotang* Willd. und andere Arten. Geſpaltene Stengel zu Stuhlſitzen. Oſtindien.
Typhaceae.
*Typha *angustifolia* L. u. *latifolia* L. Fruchtwolle zu Polſtern, geſpaltene Blätter zu Matten ꝛc.
Juncaceae.
*Juncus *conglomeratus* L. und andere Arten. Halme zu Geflechten, Mark zu Dochten.
Bromeliaceae.
Tillandsia *usneoides* L. Der Hautgewebe entkleidete Luftwurzeln. Tillandſiafaſer, vegetabiliſches Roßhaar. Südamerika.
Cyperaceae.
*Carex *brizoides* L. Halme und Blätter, Waldhaar zu Polſtern.
*Scirpus *maritimus* L. Halme zu Stuhlſitzen.
Die oben genannten Gramineen, welche Stroh liefern.
Abietineae.
*Pinus *silvestris* L. Dünne Kiefernwurzeln zu Seilen.
Muscineae.
*Hypnum, verſchiedene Moos-Arten, zum Ausſtopfen, Verpacken ꝛc.
Lichenes.
*Usnea *barbata*, Bartflechte, zu Polſtern.

VIII. Beſen, Bürſten und Scheuerkräuter. §. 335.

Papilionaceae.
*Sarothamnus *scoparius* L. Beſenſtrauch, zu **Beſen.**
Tiliaceae.
*Tilia. Lindenbaſt. **Scheuerbaſt.**
Betulaceae.
*Betula *alba* L. Birke. **Reiſerbeſen.**
Palmae.
Attalea *funifera* Mart. **Piaſſava-Beſen** und **Piaſſava-Bürſten** (auf Schiffen).
Cocos *nucifera* L. Gefäßbündel der Fruchtſchalen, Cocosfaſer oder Coir zu **Bürſten.**
Ericaceae.
*Calluna *vulgaris* L. und Erica *tetralix* L. **Heide-** und **Scheuerbeſen.**

Dipsacĕae.
Dipsăcus *fullōnum* L. Kardendistel. **Weberkarden.**
Graminĕae.
Sorghum *vulgāre* Pers. Mohrhirse. Blütenrispen zu sogen. **Reisbesen** oder **italienischen Kleiderbesen.**
Equisetacĕae.
*Equisētum *hiemāle* L. Schachtelhalm. **Polir- und Schleifmaterial.**

§. 336. IX. Spazier-, Regenschirm-, Peitschen-, Ladestöcke, Tabacksröhren, Knöpfe zu Kleidern und Stöcken, Elfenbein-Imitationen und andere Dreharbeiten.

Amygdalacĕae.
*Prunus *cerăsus* L. u. *mahăleb* L. Kirschen und Weichsel. Pfeifenrohre (**Weichselröhren**).
Philadelphacĕae.
*Philadēlphus *coronarĭus* L. Pfeifenstrauch zu **Pfeifenröhren.**
Cornacĕae.
*Cornus *mascŭla* L. Hartriegel. **Ziegenhainer Spazierstöcke.**
Aquifoliacĕae.
*Ilex *aquifolĭum* L. Stechpalme zu **Spazierstöcken.**
Celtidĕae.
Celtis *austrālis* L. Zürgelbaum. **Lade- und Peitschenstöcke.**
Cupulifĕrae.
*Corȳlus *avellāna* L. Haseln zu **Ladestöcken.**
*Quercus-Arten. Eichenarten. **Spazierstöcke.**
Piperacĕae.
Piper *tiliaefolĭum* Miq. **Pfefferrohrstöcke.**
Caprifoliacĕae.
Vibūrnum *lantāna* L. **Türkisches Pfeifenholz.**
Palmae.
Calămus *rotang* Willd. Spanische **Rohrstöcke.**
Attalĕa *funifĕra* Mart. (Cocos *lapidĕa* Gärtn. Steincocosfrüchte.
Cocos *nucifĕra* L. **Cocosnüsse.**
Sagus *amicārum* Wendl. **Tahitinüsse** oder **Steinnüsse.**
} Zu Knöpfen und anderen Dreharbeiten.
Pandanacĕae.
Phytelĕphas *macrocārpa* R. et P. Sameneiweiß, **Steinnüsse, vegetabilisches Elfenbein** zu Knöpfen ꝛc.
Graminĕae.
Bambūsa *arundinacĕa* Willd. Bambusrohr. Wurzelausläufer als **Bambusrohre.**

§. 337. X. Kork (§. 54.).

Cupulifĕrae.
Quercus *suber* L. Korkeiche. Mittelmeerländer.
Q. *occidentālis* Gay. Portugal.
Q. *pseudo-suber* Sauti. Ligurien.
Ulmacĕae.
*Ulmus *suberōsa* Koch.
Acerinĕae.
*Acer *campēstre* L.
Erythroxylacĕae.
Erythroxȳlum *suberōsum* St. Hil. Brasilien.
Außerdem liefern gewisse leichte Holzarten, sogen. Korkholz (§. 332.), Ersatz für Kork.

XI. Stärkemehl.

§. 338. Obgleich Stärkemehl (§. 201, A, 2.) keiner Phanerogame fehlt, so findet es sich doch nur bei einer beschränkten Anzahl von Pflanzen in gewissen Theilen in so reicher Menge, nämlich als Reservenährstoff (§. 252.), um eine lohnende Ausbeute zu liefern. Auch das Holz aller unserer Bäume enthält während des Winters ziemlich viel Stärkemehl, welches sich daraus gewinnen läßt. Die einzelnen Stärkesorten lassen sich mikroskopisch nach der charakteristischen Form der Stärkekörner (☞ Fig. 50.) erkennen.

Papilionacĕae.
*Phaseŏlus *vulgāris* L., *nanus* L. und *multiflōrus* Willd. Bohnen. Samen.
Castanospērmum *austrāle* Cunn. Samen. Neusüdwales.
Dolĭchos *bullōsus* L. Samen. Ostindien.
Anacardiacĕae.
Mangifĕra *indĭca* L. Samen. Martinique. Reunion.
Sterculiacĕae.
Pachīra *aquatĭca* Aubl. Samen. Martinique.
Euphorbiacĕae.
Manĭhot *utilissĭma* Pohl (Jatrŏpha *manĭhot* L.), auch M. *Api* Pohl und M. *Janīpha* Pohl. Knollen. **Tapioca.** Brasilien.
Sapindacĕae.
*Aescŭlus *hippocastănum* L. Samen.
Polygonacĕae.
*Polygŏnum *fagopȳrum* L. Samen. **Buchweizenstärke.**
Artocarpacĕae.
Artocārpus *incīsa* L. Brotfruchtbaum. Früchte. Tropen.
Cupulifĕrae.
*Quercus *sessiliflōra* Sm. und *pedunculāta* Ehrh. Samen.
Saururacĕae.
Aponogēton *monostachȳum* L. und *distachȳum* Ait. Knollen. Ostindien.
Solanacĕae.
*Solānum *tuberōsum* L. Knollen. **Kartoffelstärke.**
Convolvulacĕae.
Batātas *edŭlis* Chois. (Convolvŭlus *batātas* L.). Knollen. Tropen.

Acanthaceae.
Ruellia *pavāla* Roxb. Samen. Westindien.
Sicyos *edūlis* Jacq. Samen. Westindien. Auch andere westindische Cucurbitaceen, wie Sicyos *angulāta* L., Bryonia *epigaea* Rottl. und Cucurbita-Arten.
Palmae.
Sagus *Rumphii* Willd. / S. *laevis* Rumph. / S. *farinifera* Lam. / Arenga *saccharifera* Lab. / Borassus *flabelliformis* L. / Caryota *urens* L. — Mark der Stämme oder Wurzeln. **Sago.**
Aroideae.
*Arum *maculātum* L. Knollen.
A. *esculentum* L. Knollen. Ostindien. Orient.
Colocasia *esculenta* Schott. Tarro. Knollen. Ostindien. Orient.
Dracontium *polyphyllum*. Knollen. Westindien.
Musaceae.
Musa *paradisiāca* L. Früchte. Tropen.
Marantaceae.
Maranta *arundinacea* L., *indica* Juss., *nobilis* Moore. Knollen. **Arrow-root.** Westindien.
Canna *edūlis*. Knollen. **Arrow-root.** Westindien.
Maranta *Alouya* Jacq. Knollen. Cayenne.
M. *Aroüma* Aubl. Knollen. Guiana.
Phrynium *dichotomum* Roxb. Knollen. Martinique.
Zingiberaceae.
Curcuma *leucorrhiza* Roxb. und *angustifolia* Roxb. Knollen. Ostindien. **Arrow-root.**
Taccaceae.
Tacca *pinnatifida* Forst. Wurzelknollen. **Arrow-root.**
Dioscoreaceae.
Dioscorea *alāta* L. und *sativa* L. Wurzelknollen. Tropen.
Liliaceae.
Gloriosa *superba* L. Rhizom. Westindien.
Amaryllideae.
Pancratium *maritimum* L. Knollen. Mittelmeerländer.
Gramineae.
Triticum *vulgare* L., *turgidum* L., *spelta* L., *durum* Desf., *dicoccum* Schrank, *monococcum* L. Früchte. **Weizenstärke.**
Secale *cereāle* L. Früchte. **Roggenstärke.**
Hordeum *vulgare* L. etc. Früchte. **Gerstenstärke.**
Oryza *sativa* L. Körner. **Reisstärke.**
Zea *mais* L. Körner. **Maisstärke.**
Cycadeae.
Zamia *sp.* Mark des Stammes. Eine Art **Arrow-root.**

XII. Gummiarten ꝛc.

Folgende Pflanzen liefern, meistens als Ausschwitzungen aus den Stämmen, andere als Bestandtheile der Wurzeln, Samen ꝛc., Gummi, Pflanzenschleim (§. 201, A, 5.) oder verwandte Stoffe, welche als Klebmittel dienen, wozu auch der Stärkekleister verwendet wird, der sich aus dem Stärkemehl (§. 201, A, 2.) der meisten Pflanzen darstellen läßt. §. 339.

Mimosaceae.
Acacia *senegalensis* Ait. (*Verek* Guill. et Perott.) / A. *arabica* Willd. / A. *gummifera* Willd. — **Gummi arabicum** und **Senegalgummi.** Nilländer.
A. *pycnantha* Benth. **Australisches Gummi.** Neuholland.
A. *Karroo* Hayne. / A. *horrida* Willd. / A. *Giraffae* P. — **Kapgummi.** Kap.
A. *speciosa* Willd. Ostindien.
Prosopis *dulcis* Kunth. und andere Arten. **Mezquitogummi.** Mexiko.
Papilionaceae.
Astragalus *creticus* Lam. und A. *Parnassi* Boiss. Griechenland. Creta. / A. *verus* Oliv. Kleinasien, Persien. — **Traganth.**
Amygdalaceae.
Prunus *avium* L. und P. *cerasus* L., sowie Prunus *domestica* L., Persica *vulgaris* DC. und Amygdalus *communis* L. **Kirschgummi.**
Pomaceae.
Cydonia *vulgaris* L. Samen. **Quittenschleim.**
Loranthaceae.
*Viscum *album* L. Beeren. **Viscin** oder **Vogelleim.**
Anacardiaceae.
Anacardium *occidentale* L. **Acajougummi.** Westindien. Südamerika.
Spondias *cytherea* Sonner. Martinique.
S. *dulcis* Forst. Guadeloupe.
S. *Wirtgenii* Miq. Java.
Mangifera *pinnata* L. Malabar.
Odina *Wodier* Roxb. und O. *gummifera* Bl. Ostindien.
Simarubaceae.
Simaruba *excelsa* DC. Westindien.
Aurantiaceae.
Feronia *elephantum* Corr. Ostindien.
Meliaceae.
Melia *azedarach* L. Ostindien, Japan.
Ternstroemiaceae.
Cochlospermum *gossypium* DC. Ostindien.
Sterculiaceae.
Adansonia *digitāta* L. Tropisches Afrika.
Bombax *malabaricum* Roxb. und B. *pentandrum* L. **Malabargummi.** Ostindien.
Sterculia *tragacantha* Lindl. **Afrikanischer Traganth.** Westafrika.
Malvaceae.
*Althaea *officinālis* L. Wurzelstock. **Altheeschleim.**
Cactaceae.
Opuntia *ficus indica* Mill. Südamerika, Südeuropa.
Cactus *opuntia* L. Guadeloupe.
Linaceae.
Linum *usitatissimum* L. Samen. **Leinsamenschleim.**
Capparideae.
Moringa *pterygosperma* Gaertn. Ostindien.
Thymelaeaceae.
Penaea *mucronāta* L. und P. *sarcocolla* L. **Sarrocolla.** Afrika.
Plantagineae.
Plantago *psyllium* L. Samen. **Flohsamenschleim.** Südeuropa.
Orchideae.
*Orchis *morio* L., *mascula* L., *maculata* L. etc. Wurzelknollen. **Salepschleim.**

Liliacĕae.
Asphodēlus *Kotschŷi.* Wurzeln. **Kurtosi.** Libanon.
Bromeliacĕae.
Puya-Arten. **Chagualgummi.** Südamerika.
Palmae.
Cocos *nucifĕra* L. **Cocosgummi.**

Borassus *flabellifŏrmis* L. Ostindien.
Saribus *rotundifolius* Bl. Java.
Floridĕae.
Chondrus *crispus* Lyngb. u. andere Arten, Caraghen-Moos, liefern Caraghenschleim.

XIII. Zucker und verwandte süßschmeckende Stoffe.

§. 340. Zucker (§. 201, B.) wird meist aus den Säften gewisser Pflanzentheile, deren Zellen in ihrem Zellsafte diesen Stoff aufgelöst enthalten, gewonnen. Der von den Bienen aus den Pflanzen gesammelte Honig stammt aus den Nectarsecretionen der Blüten (§. 125). Die ebenfalls süßschmeckende Manna ist ein aus den Stämmen gewisser Pflanzen hervorquellendes Secret (§. 249, 4.).

Papilionacĕae.
Glycyrrhiza *glabra* L. **Süßholzzucker.** Südeuropa.
Myrtacĕae.
Eucalyptus *mannifĕra.* Zucker-Gummibaum. **Australische Manna.** Neuholland.
Tamaricacĕae.
Tamărix *gallĭca* var. *mannifĕra* Ehrh. Manna-Tamariske. **Echte Manna.** Arabien.
Chenopodiacĕae.
*Beta *vulgāris* var. *rapacĕa* L. Zuckerrübe. **Runkelrübenzucker.**
Acerinĕae.
Acer *saccharĭnum* L. Zuckerahorn.
A. *pseudo-platănus* L. Bergahorn.
A. *nigrum* Michx. Schwarzahorn.
A. *negŭndo* L. Eschenahorn.
A. *dasycărpum* Ehrh. Silberahorn.
} Dienen zur Gewinnung des **Ahornzuckers** aus den Stämmen, besonders in Nordamerika.
Cucurbitacĕae.
Cucŭmis *citrŭllus* L. Wassermelone, liefert Zucker.
Oleacĕae.
Fraxĭnus *ornus* L. Manna-Esche. **Manna.** Südeuropa.

Palmae.
Borassus *flabellifŏrmis* L. Lontar-Palme. **Lontar-** oder **Jagarazucker.** Afrika. Ostindien.
Arēnga *saccharifĕra* Labill. und andere Palmen, liefern **Palmzucker** od. **Gagamzucker.** Ostindien, Afrika.
Graminĕae.
Sacchărum *officinārum* L. Zuckerrohr zu **Rohrzucker** od. **indischem Zucker.** Tropen.
*Hordĕum *distĭchum* L. und andere Arten Gerste, sowie anderes Getreide. Die keimenden Körner, Malz, liefern **Malzzucker, Malzextract, Malzbonbons.**
*Triticum *repens.* Quecke. Zucker in den Rhizomen.
Zea *mais* L. Mais. **Maiszucker** oder **mexikanischer Zucker.**
Abietinĕae.
Pinus *Lambertĭana* Dougl. Californische Zuckerkiefer. Aus angebrannten Stämmen schwitzt **Kalifornia-Manna** oder **Pini** aus.
Fucoïdĕae.
Laminaria *saccharĭna* Lamour. Zucker-Riementang. Norwegen.

XIV. Gerbepflanzen.

§. 341. Die in vielen Pflanzen vorkommenden Gerbstoffe (§. 202.) haben die Eigenschaft, thierische Haut zu gerben, d. h. in Leder zu verwandeln und werden daher in der Gerberei gebraucht. Man verwendet dazu solche Pflanzentheile, welche besonders reich an Gerbstoffen sind, nämlich vorwiegend die Rinden einer Anzahl von Bäumen, oder die Extracte solcher Rinden, theils auch Wurzeln, grüne Theile oder Früchte.

Mimosacĕae.
Mimōsa *inga* L. (Inga *vera* Willd.) Rinde. Guadeloupe.
Inga *adstringens* Mart. Rinde. Brasilien.
Acacia *arabĭca* Willd. u. *ferruginĕa* Rottl. Rinde. Ostindien.
A. *Lebbek* Willd. Rinde. Reunion.
A. *horrĭda* Willd. Rinde. Kap.
A. *laviophylla* Willd., *decurrens* Willd., *dealbāta* Link, *melanoxylon* R. Br. Rinde. Australien.
A. *catĕchu* Willd. Rinde liefert durch Auskochen **Catechu.** Ostindien.
A. *arabĭca* Willd., *nilotĭca* Del., *Adansonii* Guill. et Perott., *Farnesĭana* Willd. u. andere Arten. Hülsen. **Bablach.** Nilländer. Ostindien.
Caesalpiniacĕae.
Caesalpinia *coriaria* Willd. Früchte, **Divi-divi.** Südamerika, Westindien.

Tamarindus *indĭca* L. Rinde. Ostindien.
Cassia *fistulōsa* L. und *auriculāta* L. Rinde. Ostindien.
Papilionacĕae.
Pterocărpus *marsupium* Mart. Die Rinde liefert **Amboina-Kino.** Malabar.
Pt. *erinacĕus* Lam. (Drepanocărpus *senegalĕnsis* Nees. Rinde liefert **Afrikanisches Kino.** Senegambien.
Butĕa *frondōsa* Roxb. (Erythrina *monosperma* Lam.). Rinde liefert **orientalisches** oder **bengalisches Kino.** Vorderindien.
Rosacĕae.
*Tormentilla *erecta* L. Die ganze Pflanze dient in Lappland zum Gerben.
*Spiraea *ulmaria* L. Die Blätter dienen in Irland zum Gerben.

§. 341.

Anacardiacĕae.
Pistacia *terebinthus* L. Blätter. Mittelmeerländer.
Rhus *coriaria* L. und Rh. *cotinus* L. Die Blätter geben den **Sumach.** Südeuropa. Mittelmeerländer.
Rh. *typhinum* L. Blätter in Nordamerika.
Rh. *pentaphyllum* Desf. Rinde u. Blätter. Algier.
Mangifĕra *indica* L. Rinde. Ostindien.
Außerdem mehrere **Galläpfel** (§. 270.), die durch Aphiden erzeugt werden, nämlich die chinesischen Gallen auf einer in China und Japan einheimischen Rhus-Art, wahrscheinlich Rh. *semialata* Murr., und die Pistaciengallen, Carobbe de Giudea auf Pistacia *terebinthus* L. in Südeuropa und Kleinasien, sowie die auf Pistacia *vera* L. in Persien vorkommenden Gallen Gul-i-pista, endlich die Gallen Kakrasinghi auf Rhus *Kakrasinghee* Royle in Bombay.

Simarubaceae.
Simaruba *officinalis* DC. Rinde. Guiana.

Myrtacĕae.
Eucalyptus *resinifĕra* Sm. und viele andere Arten dieser Gattung liefern aus der Rinde **australisches Kino.** Australien.
Punica *granatum* L. Rinde. Mittelmeerländer.

Combretacĕae.
Bucida *bucĕras* L. Rinde. Guiana, Antillen.
Terminalia *catappa* L. und *mauritiana* L. Rinde. Reunion.
T. *sp.* Blätter. Ostindien.
T. *Chebula* Roxb. u. andere Arten. Früchte. **Myrobalanen.** Ostindien.
Conocarpus *racemosus* L. Rinde. Brasilien.

Rhizophoracĕae.
Rhizophora *mangle* L. Rinde und Blätter. Tropen.
Rh. *gymnorrhiza* L. Rinde. China, Cochinchina.

Rhamnacĕae.
Zizyphus *jujuba* Lam. Wurzelrinde. Ostindien.
Ventilago *sp.* Wurzelrinde. Ostindien.

Euphorbiacĕae.
Phyllanthus *emblica* L. Früchte liefern ebenfalls **Myrobalanen.** Ostindien.
Aleurites *triloba* Forst. Rinde. Reunion.
Baloghia *sp.* Rinde. Neucaledonien.

Coriariacĕae.
Coriaria *myrtifolia* L. Gerberstrauch. Blätter. Mittelmeerländer.

Malpighiacĕae.
Malpighia *spicata* L. Rinde. Antillen, Guiana.

Sapindacĕae.
*Aesculus *hippocastanum* L. Rinde.

Tamaricacĕae.
Die Gallen Padwus, die durch Aphiden auf der ostindischen Tamarix *Furas* erzeugt werden, und die Gallen Takout, welche ebenfalls von Blattläusen an Tamarix *articulata* Vahl (T. *orientalis* Forst.) in Marokko herrühren.

Nymphaeacĕae.
*Nymphaea *alba* L.
*Nuphar *luteum* Sm.
} Wurzelstock.

Lauracĕae.
Nectandra *sp.* Rinde. Guiana.

Artocarpacĕae.
Artocarpus *integrifolia* L. Rinde. Ostindien.

Ulmacĕae.
Celtis *madagascariensis.* Rinde. Reunion.
C. *obliqua* Moench. Rinde. Südamerika, Westindien.

Cupulifĕrae.
*Quercus *pedunculata* Ehrh. und *sessiliflora* Sm. Rinde. **Eichenrinde.**
Q. *cerris* L. Rinde. Ungarn.
Q. *coccifera* L. Rinde. Frankreich.
Q. *ilex* L. Rinde. Südeuropa.
Q. *suber* L., *occidentalis* Gay., *pseudosuber* Santi. Junge Rinde der Korkeichen. Mittelmeerländer.
Q. *rubra* L., *castanea* Willd. Rinde. Nordamerika.
Q. *aegilops* L. Fruchtbecher, **Valonea** oder **Wallonen.** Orient.
Außerdem verschiedene durch Gallwespen erzeugte **Galläpfel** (§. 273.) auf Eichen, nämlich a. die kleinasiatischen oder levantinischen Galläpfel an der kleinasiatischen Quercus *infectoria* Oliv., hervorgerufen durch Cynips *gallae tinctoriae* Oliv. b. Die deutschen, französischen, ungarischen Galläpfel, an Quercus *sessiliflora* Sm., *pedunculata* Ehrh. und *pubescens* Willd., durch Cynips *Kollari* Hart. und *hungarica* Hart. erzeugt. c. Die Knoppern an der Frucht von Quercus *sessiliflora* Sm. und *pedunculata* Ehrh. durch Cynips *calicis* Burgsd. in Oesterreich.

Betulacĕae.
*Betula *alba* L. Rinde. **Birkenrinde.**
B. *lenta* L. Rinde. Nordamerika.
*Alnus *glutinosa* L. Rinde.

Salicinĕae.
*Salix *alba* L., *fragilis* L., *pentandra* L., *caprea* L., *cinerea* L. und andere Weidenarten. Rinde, **Weidenrinde.**

Casuarinĕae.
Casuarina *equisetifolia* L. Rinde. Reunion, Ostindien.

Ericacĕae.
*Arbutus *uva ursi* L. Blätter und Zweige in Schweden und Rußland.
*Andromeda *polifolia* L. Blätter u. Zweige in Rußland.
A. *arborea* L. Rinde. Nordamerika.

Plumbaginĕae.
Statice *coriaria* Pallas. Wurzel. Rußland.

Verbenacĕae.
Tectona *grandis* L. Rinde. Ostindien.

Bignoniacĕae.
Bignonia *longissima* Sw. Antillenceiche. Rinde. Antillen.

Rubiacĕae.
Nauclea *gambir* Hunt. Gambirstrauch. Die grünen Theile extrahirt liefern **Gambir.** Ostindien.

Compositae.
Eupatorium *chilense* Mol. Wurzel. Chile.

Palmae.
Cocos *nucifera* L. Rinde. Tropen.
Arĕca *catechu* L. Die Nüsse liefern eine Art **Catechu.** Ostindien.

Abietinĕae.
*Larix *europaea* DC. Lärche. Rinde.
*Abies *excelsa* L. Fichte. Rinde.
A. *alba* Mill. und *canadensis* Mich. Rinde. Nordamerika.
Pinus *halepensis* Mill. Rinde. Südeuropa.

XV. Seifenpflanzen.

§. 342. Einige Pflanzentheile enthalten Saponin, einen zu den Glykosiden (§. 206.) gehörigen Stoff, welcher eine schäumende, in der Wirkung mit Seifenlösung übereinstimmende Lösung giebt, und werden daher zum Waschen von Garnen, Geweben und Zeugen, welche eine Reinigung durch Seife nicht vertragen, verwendet.

Mimosaceae.
Mimōsa *saponaria* Roxb. (Inga *saponaria* Willd.). Rinde. Ostindien, Molukken.
Acacia *procera* Willd. (Albizzia *procera* Benth.) Rinde. Ostindien.
Caesalpiniaceae.
Gymnocládus *canadensis* Lam. Rinde. Nordamerika.
Caryophyllaceae.
*Saponaria *officinālis* L.
Gypsophila *struthium* L. Egypten.
Lychnis *chalcedonica* L. Sibirien.
} liefern die Seifenwurzel. Auch die grünen Theile.

Spiraeaceae.
Quillāja *saponaria* Mol. **Quillajarinde, Seifenrinde.** Chile, Peru, Bolivia.
Sapindaceae.
Pavia *rubra* Lam. Rinde. Nordamerika.
Sapindus *saponaria* L., *emarginātus* Vahl und andere Arten. Früchte, **Seifenbeeren.** Tropen.
Polygalaceae.
Polygāla *senēga* L. **Senegawurzel.** Nordamerika.

XVI. Oelpflanzen, welche Pflanzenfette (Oel, Fett, Talg [§. 203.]) liefern.

§ 343. Die aus dem Pflanzenreiche stammenden Fette sind vorzugsweise in Früchten und Samen als Reservestoffe (§. 252.) enthalten und werden durch Auspressen dieser Theile gewonnen.

Mimosaceae.
Penthaclēthra *macrophȳlla*. Samen. Ostafrika.
Caesalpiniaceae.
Arachis *hypogaea* L. Samen. Tropen.
Voandzeia *subterranea* L. Samen. Südafrika.
Amygdalaceae.
Amygdālus *communis* L. Samen. **Mandelöl.** Mittelmeerländer.
*Persica *vulgāris* Mill. Samen.
Myrtaceae.
Bertholetia *excelsa* H. et B. Paranüsse. Südamerika.
Barringtonia *speciōsa* L. Samen. Ostindien.
Combretaceae.
Terminalia *catappa* L. Samen. Ostindien.
Anacardiaceae.
Anacardium *orientāle* L. Samen. Ostindien.
A. *occidentāle* L. Samen. Westindien.
Burseraceae.
Irwingia *Barteri* Hook. Samen. **Dikafett.** Gabon.
Meliaceae.
Melia *azedārach* L. Samen. Ostindien, Japan.
Carāba *guianensis* Aubl. und C. *Toulouciana* Perot. Samen. **Carapafett.** Guiana.
Trichilia *emetica* Vahl. Samen. **Mafourreira-Oel.** Centralafrika.
Clusiaceae.
Garcinia *purpurea* Roxb. Samen. Ostindien.
Calophȳllum *Calāba* Willd. Samen. Westindien.
C. *inophȳllum* Lam. Samen. Ostindien.
Pentadesma *butyracea* Don. Frucht. Sierra Leone.
Ternstroemiaceae.
Camellia *japonica* L. Samen. Japan.
C. *oleifera* Bot. Reg. Samen. China.
C. *drupifera* Laur. Samen. Cochinchina.
Thea *oleosa* Lour. Samen. Cochinchina.
Dipterocarpaceae.
Vateria *indica* L. Samen. **Vateriafett.** Ostindien.
Hopea *macrophȳlla* de Vriese und andere Arten. Samen. **Borneotalg.** Sundainseln.
Malvaceae.
Gossypium *herbaceum* und die anderen gebauten Arten. Samen.
Bombax u. Eriodendron *sp.* Wollbäume. Samen. Ostindien.
Büttneriaceae.
Sterculia *foetida* L. Samen. Ostindien.
Theobroma *cacao* L. Samen. **Cacaobutter.** Tropisches Amerika.
Linaceae.
*Linum *usitatissimum* L. Samen. **Leinöl.**
Euphorbiaceae.
Stillingia *sebifera* Willd. Samen. **Chinesischer Talg.** China, Ost- u. Westindien.
Aleurites *moluccana* Willd. (Croton *moluccana* L.) Samen. Ost- und Westindien.
Ricinus *communis* L. und andere Arten. Samen. **Ricinusöl.** Ostindien.
Sapindaceae.
Sapindus *Pappea* Sond. Samen. Kap.
S. *saponaria* L. Samen. Westindien. Südamerika.
S. *emarginātus* Vahl. Samen. Ostindien.
Schleichera *trijuga* Willd. Samen. **Macassaröl.** Ostindien, Sundainseln.
Peckea *butyrosa* Aubl. Früchte. Guiana.
Cruciferae.
*Brassica *napus* L. Raps. Samen. **Rapsöl.**
*B. *rapa* L. Rübsen. Samen.
*B. *oleracea* L. Kohl. Samen.
*Sinapis *nigra* L. (Brassica *nigra* Koch). Samen.
*S. *alba* L. Samen.
*S. *arvensis* L. Samen.
*Raphanus *sativus* L. var. *oleiferus*. Samen.
*R. *raphanistrum* L. Samen.
*Camelina *sativa* L. Samen.
*Thlaspi *arvense* L. Samen.
Papaveraceae.
*Papāver *somniferum* L. Samen. **Mohnöl.**
Argemone *mexicana* L. Samen. Centralamerika.

Capparidēae.
Moringa *pterygospērma* Gaertn. (M. *oleïfera* Lam.) Samen.. Martinique, Guadeloupe.
Myristicacēae.
Myristica *moschāta* Thunb. Samen. **Muskatbutter.** Tropen.
M. *Otāba* H. et B. Samen. **Otabafett, amerikanische Muskatbutter.** Neugranada.
M. *officinālis* Mart. Samen. **Bicuhibafett.** Brasilien.
Virōla *sebifēra* Aubl. (Myristica *sebifera* Juss.) Samen. **Virolafett.** Guiana.
Lauracēae.
Lepidadenia *Wightiāna* Nees. Früchte. Java.
Tetranthēra *Roxburghii* Nees. Samen. Ostindien.
T. *laurifolia* Jacq. Früchte. Reunion.
Laurus *nobilis* L. Früchte. **Lorbeeröl.** Südeuropa.
L. *glauca* Thunb. Früchte. Japan.
Cannabinēae.
*Cannābis *sativa* L. Samen. **Hanföl.**
Cupulifērae.
*Fagus *silvatica* L. Samen.
Juglandacēae.
*Juglans *regia* L. Samen.
Carya *alliōēnsis* Wangenh. und andere Arten. Samen. Nordamerika.
Sapotacēae.
Argania *sideroxylon* R. et S. Samen. **Argansöl.** Marokko.
Bassia *butyracea* Roxb., *latifolia* Roxb. und *longifolia* Roxb. Samen. **Bassiafett.** Ostindien, Westafrika.
Oleacēae.
Olea *europaea* L. Früchte. **Olivenöl.** Südeuropa.

Bignoniacēae.
Sesāmum *indicum* L. u. *orientāle* L. Samen. **Sesamöl.** Ostindien.
Compositae.
*Helianthus *annuus* L. Früchte. **Sonnenblumenöl.**
Madia *sativa* Mol. Früchte. Chile, in Europa kultivirt.
Guizotia *oleïfera* DC. Früchte. Ostafrika.
Polymenia *abyssinica* L. Früchte. Abyssinien.
Carthāmus *tinctorius* L. Früchte in Egypten.
Cucurbitacēae.
Cucurbita *pepo* L. und andere Cucurbitaceen. Samen.
Telfairia *pedāta*. Samen. Mozambique.
Palmae.
Cocos *nucifera* L. Cocospalme. Fruchtkern. **Cocosnußöl.** Tropen.
C. *butyracea* L. (Elaeis *butyracea* Kunth.). Fruchtkerne sollen einen Theil des **Cocosnußöls** liefern. Brasilien.
Attalea *Cohune* Mart. Früchte liefern eine Art Cocosnußöl. Honduras
Elaeis *guineensis* L. Oelpalme. Fruchthüllen. **Palmfett** oder **Palmöl.** Guinea, tropisches Amerika.
Alfonsia *oleifera* Humb. Früchte. Brasilien.
Astrocaryum *vulgare* Mart. Fruchthüllen. **Aouaraöl.** Guiana.
Guilelma *speciosa* Mart. Samen. Guiana, Neugranada.
Oenocarpus *bacāba* Mart. und *batāua* Mart. Samen. Guiana, Brasilien.
Acrosomia *sclerocarpa* Mart. Samen. Trinidad, Jamaika, Brasilien.

XVII. Vegetabilisches Wachs.

Bei einigen Pflanzen wird Wachs (§. 203.) aus der Oberfläche gewisser Theile in solcher Menge abgesondert, daß dasselbe gewonnen und technisch verwendet werden kann. §. 344.

Anacardiacēae.
Rhus *succedanea* L. Die Samen enthalten das **Japanwachs.** Japan, China.
Myristicacēae.
Myristica *Ocūba* H. et B. Die Früchte liefern **Ocubawachs.** Brasilien.
Myricacēae.
Myrica *cerifera* L. und *carolinensis* Willd. Nordamerika. } Früchte liefern
M. *caracassāna* H. et B. Neugranada. } **Myricawachs** oder
M. *quercifolia* L., *cordifolia* L., *laciniāta* Willd. Kap. } **Myrtlewachs.**

Artocarpacēae.
Ficus *cerifera* Jungh. Milchsaft liefert **javanisches Pflanzenwachs** oder **Sumatrawachs.** Java.
Palmae.
Copernicia *cerifera* Mart. Die Blätter liefern **Carnaubawachs.** Brasilien.
Ceroxylon *andicola* H. et B. Wachspalme. Die Stämme liefern **Palmwachs.** Neugranada.
Klopstockia *cerifera* Karst. Stämme liefern Wachs. Südamerika.
Musacēae.
Musa *spec.* Liefern **Pisangwachs.** Tropen.

XVIII. Aetherische Oele, Harze, Balsame, Gummiharze und verwandte Stoffe.

Viele Pflanzen enthalten ätherische oder riechende Oele (§. 204.) und werden daher als Riechstoffe oder Parfüme oder zur Darstellung jener Oele verwendet. Andere liefern Oxydationsprodukte ätherischer Oele, d. s. die Harze (§. 205.), oder Gemenge von Harzen und ätherischen Oelen, welche Balsame heißen; wieder andere enthalten Gummiharze, d. s. Gemenge von Harzen mit Gummi. Diese Stoffe werden von verschiedenen Pflanzen gewonnen und finden in der Technik und Arzneikunde Anwendung. §. 345.

§. 345. Mimosaceae.
Acacia *Farnesiana* Willd. **Akazienblüten** zu Parfümeriezwecken. Tropen, Südeuropa.

Caesalpiniaceae.
Diptérix *odorāta* Willd., *oppositifolia* Willd. und *pterōpus* Mart. Samen, **Tonkabohnen**, enthalten Cumarin und dienen als Parfüm. Südamerika.
Copaifēra *multijūga* Hayne, C. *Langsdorffii* Desv., C. *coriacea* Mart., C. *Jacquinii* Desv. Die Stämme liefern den **Copaivabalsam**. Brasilien, Westindien.
Guibourtia *copallifēra* Benn. Die Stämme liefern **Copal**. Westafrika.
Hymenaea *Courbāril* L. u. *stilbocārpa* Hayne. Südamerika.
Trachyloblum *Martiānum* Hayne (Hymenaea *verrucōsa* Lam.). Südamerika.
T. *Hornemanniānum* Hayne. Südamerika.
T. *mossambicēnse* Klotzsch und *Hornemanniānum* Hayne. Ostafrika.
Vouāpa *phaselocārpa* Mart. Südamerika.
} Die Stämme liefern **Copal** (Harz).

Papilionaceae.
Myroxylon *sonsonatēnse* Klotzsch. Die Stämme liefern den **Perubalsam**. St. Salvador.
M. *tolufērum* H. et B. Die Stämme liefern den **Tolubalsam**. Südamerika.
Pterocārpus *santalīnus* L. u. *indicus* Willd. Ostindien.
Pt. *draco* L. Westindien.
Dalbergia *monetaria* L. Surinam.
} Die Stämme sollen **Drachenblut** liefern.
Butēa *frondōsa* Roxb. Ausschwitzungen der Zweige liefern **Gummilack**. Ostindien.
Melilōtus *coerulēa* L. Giebt dem Schabziegerkäse den eigenthümlichen Geruch. Südeuropa.

Rosaceae.
Rosa *gallica* L., *centifolia* L., *damascēna* Mill., *moschāta* Mill., *sempervīrens* L. Die Blumenblätter liefern für Parfümeriezwecke die **Rosenblätter**, **Rosenöl** und **Rosenwasser**. Südeuropa, Orient.

Combretaceae.
Terminalia *mauritiāna* L. und T. *vernix* Lam. Liefern ein benzoëartiges Harz. Mascarenen.

Philadelphaceae.
Philadélphus *coronarius* L. Blüten zu Parfüm. Südeuropa.

Umbelliferae.
Ferula *erubescens* Boiss. Liefert **Galbanum** (Gummiharz). Persien.
F. *Szowitziāna* DC. Liefert **Sagapenum** (Gummiharz). Kleinasien.
Scorodōsma *foetidum* Bunge (Ferula *asa foetida* L.). Persien.
Narthex *asa foetida* Falconner. Afghanistan.
} Liefern den **Asant**, **Teufelsdreck** oder **Asa foetida** (Gummiharz).
Oppopōnax *chironium* Koch. Liefert **Opopanax** (Gummiharz). Kleinasien.
Dorēma *ammoniācum* Don. Liefert **Ammoniakgummi** (Gummiharz). Persien.
Bolax *aretioides* Spreng. und *gummifēra* Spreng. Liefern **Bolargummi** (Gummiharz). Ostindien.
*Carum *carvi* L. Kümmel. Früchte geben **Kümmelöl**.
Cuminum *cyminum* L. Die Früchte liefern **römisches Kümmelöl**. Mittelmeerländer.
*Pimpinella *anīsum* L. **Anis**. Früchte geben **Anisöl**.
*Coriándrum *sativum* L. Coriander. Früchte geben **Corianderöl**.
*Foeniculum *officināle* All. und *dulce* DC. Früchte liefern **Fenchelöl**.

Araliaceae.
*Hedēra *helix* L. liefert **Epheuharz** (Gummiharz).

Geraniaceae.
Pelargonium *radūla* Ait., *roseum* Willd., *capitātum* Ait. Blätter liefern Parfüm. Südfrankreich.

Anacardiaceae.
Pistacia *lentiscus* L. Die Stämme liefern **Mastix** (Harz). Mittelmeerländer, besonders Chios.
P. *cabulica* Stocks und P. *Khinjuk* Stocks. Liefern eine geringe Sorte Mastix. Afghanistan, Beludschistan.
P. *mutica* Fisch. et Mey. Harz. Dient in Persien zum Kauen.
P. *terebinthus* L. Liefert den **cyprischen Terpentin**. Cypern.
Rhus *atra* Forst. Liefert ein Gummiharz. Neucaledonien.
Rh. *vernicifēra* DC. Liefert **japanischen Lack**. China, Japan.

Burseraceae.
Boswellia *papyrifēra* Hochst. (Amyris *papyrifēra* Del.). Liefert den **Weihrauch** oder das **Olibanum** (Gummiharz). Arabien, Ostafrika.
B. *sacra*. Liefert eine Art Weihrauch, Cuban-Matti. Somaliküste.
B. *thurifēra* Roxb. u. *glabra* Roxb. Liefert den Indiern eine Art Weihrauch.
Icica *heptaphylla* Aubl., *altissima* Aubl. und *copal* Schlechtend. Sollen **Copal** liefern.
I. *icicariba* DC. Rio.
I. *viridiflōra* Lam. Guiana.
} Liefern **Elemi** (Balsam).
I. *carānna* H. et B. und Bursēra *acuminata* Willd. Liefern Carannaharz. Brasilien.
Houmirim *floribundum* Mart. Giebt einen Balsam, das Umiri der Brasilianer.
Bursēra *gummifēra* L. Liefert eine Sorte **Elemi** (**Gomartharz**). Martinique, Guadeloupe.
Houmiria *balsamifēra* Aubl. Soll eine Art **Elemi** liefern. Guiana.
Canarium *strictum* Roxb., *rostratum* Zipp. und *legitimum* Miq. Die Stämme liefern eine Sorte **Dammarharz** (schwarzes Dammarharz). Ostindien.
C. *sp.* Liefert eine Sorte **Elemi** (**Manila-Elemi**).
Amyris *Plumieri* DC. Liefert **Elemi** (Balsam). Mexiko, Yucatan.
Balsamodendron *Ehrenbergianum* Berg. Liefert **Myrrhe** (Gummiharz). Arabien.
B. *africanum* Arn. Liefert **Bdellium** (Gummiharz). Senegal.
B. *Roxburghii* Arn. Liefert **bengalisches Elemi**.
B. *gileadense* Kunth. Stammpflanze des **Mekkabalsam**. Arabien.
Schinus *molle* L. Liefert das **Molléharz**. Peru.
Elaphrium *tomentosum* Jacq. Liefert eine Sorte Tacamahaca. Südamerika.

Zygophyllaceae.
Guajacum *officinale* L. Stammpflanze des **Guajakharz**. Westindien.

§. 345.

Aurantiacĕae.

Citrus *aurantium* Risso und C. *Bigaradia* Risso. Die Blüten liefern für die Parfümerie die **Orangenblüten**, das **Orangenblütenöl** oder **Neroliöl**, die Früchte das **Orangenöl**. Südeuropa.

C. *aurantium* Risso var. *balearicum*. Die Früchte liefern das **Portugalöl**. Südeuropa.

C. *Bergamia* Risso. Aus den Früchten gewinnt man das **Bergamottöl**. Südeuropa.

C. *Limetta* Risso. Die Früchte liefern das **Limettöl**. Südeuropa.

C. *medica* Risso. Die Früchte geben das **Citronöl**. Südeuropa.

Euphorbiacĕae.

Croton *laccifĕrum* L. Die Zweige liefern **Gummilack** oder **Stocklack** (Harz). Ostindien.

C. *draco* Schlecht. Mexiko. } Liefern
C. *hibiscifolius* Kunth. Neugranada. } **Drachenblut** (Harz).

Elaeocŏcca *vernicĭa* Juss. Liefert ein Harz. Java, China, Cochinchina.

Euphorbia *resinifĕra* Berg., *canariĕnsis* L., *officinārum* L. u. *antiquōrum* L. Stammpflanzen des **Euphorbium** (Gummiharz). Afrika.

Rhamnacĕae.

Zizyphus *jujūba* Lam. Die Zweige liefern **Gummilack** oder **Stocklack** (Harz). Ostindien.

Clusiacĕae.

Garcinia *Morĕlla* Desv. Ostindien, Cochinchina.
G. *cochinchinĕnsis* Chois. Ostindien, Cochinchina.
G. *pictoria* Roxb. Ostindien, Cochinchina.
G. *cambogia* Desv. Ostindien, Cochinchina.
Stalagmites *ovalifolius* Don. Ostindien, Cochinchina.
Vismia *cayennĕnsis* Pers., *guyanĕnsis* Pers., *sessiliflŏra* Pers. Südamerika.

Aus den Stämmen wird das **Gummigutt** (Gummiharz) gewonnen.

Calophyllum *inophyllum* L. Ostindien, Cochinchina. } Liefern
C. *tacamahăca* Willd. Madagaskar. } **Tacamahac** (Gummiharz).

Moronobaea *coccifĕra* Aubl. Liefert Harz. Südamerika, Westindien.

Dipterocarpacĕae.

Vateria *indica* L. Die Stämme liefern **Copal** (**Manilacopal**). Ostindien.

Shorea *robŭsta* Roxb. Liefert **Saulharz** (eine Art **Dammarharz**). Ostindien.

Hopea *micrāntha* Vriese, *splendĭda* Vriese, *Bélangĕran* Korth., *Sangal* Korth. Liefern Harze. Ostindien.

Dryobalănops *camphŏra* Colebr. Die Stämme liefern eine Sorte **Kampher** (**Barouskampher** oder **Borneokampher**). Sumatra.

Dipterocārpus *alātus* Roxb., *costātus* Roxb., *incānus* Roxb., *turbinātus* Gaertn. Die Stämme liefern eine Sorte **Copaivabalsam** (**Gurjunbalsam**). Ostindien.

D. *curtisĭi* Miq. Liefert eine Sorte **Dammarharz**. Sumatra.

Vatica *Rassak* Blume. Liefert eine Sorte **Dammarharz**. Borneo.

Cistacĕae.

Cistus *creticus* L., *cyprius* Lam. und *ladaniferus* L. Liefern **Ladanum** (Gummiharz). Mittelmeerländer.

Bixacĕae.

Lacĭtis *resinōsa* Löffl. Gewürzhaftes Harz. Tropisches Amerika.

Anonacĕae.

Canānga *odorāta* Hook. Liefert das Parfüm **Ylang-Ylang**.

Lauracĕae.

Cinnamōnum *zeylanĭcum* Breyn. und C. *cassĭa* Bl. Die Zimmetrinde liefert das **Zimmetöl**. Ostindien.

Laurus *camphŏra* L. (Camphŏra *officinālis* Nees., Persĕa *camphŏra* Spreng.). Holz, Aeste und Blätter liefern **Kampher**. Ostasien.

L. *nobĭlis* L. Früchte liefern das **Lorbeeröl**. Südeuropa.

L. *sassăfras* L. (Sassăfras *officinālis* Nees). Holz liefert **Sassafrasöl**. Nordamerika.

Linaloeholz zu Parfümen. Abstammung unbekannt, vielleicht von einer Lauracee. Guiana.

Betulacĕae.

*Betŭla *alba* L. Die Rinde liefert **Birkenkampher** oder **Betulin**.

Artocarpacĕae.

Ficus *religiōsa* L. und *indĭca* Vahl. Die Zweige liefern **Gummilack** oder **Stocklack** (Harz). Ostindien.

Artocārpus *integrifŏlia* L. Soll eine Sorte **Dammarharz** liefern. Singapoor.

Platanacĕae.

Liquidāmbar *orientāle* Mill. Stammpflanze des **Storax** (Balsam). Orient.

L. *styracĭflua* L. Liefert eine Art Storax. Nord- und Centralamerika.

L. *tricŏspis* Miq. Desgl. Sumatra.

Altingia *excĕlsa* Noran (Liquidāmbar *Altingiānum* Blume). Desgl. Java, Sumatra.

Styracacĕae.

Styrax *benzōin* Dryand. (Benzŏïn *officināle* Hayne). Liefert **Benzoë** (Harz). Ostindien.

Oleacĕae.

Olea *fragrans* Thunb. Blüten zum Parfümiren des Thees. Japan.

Jasminĕae.

Jasminum *grandiflōrum* L. **Jasminblüten** und **Jasminöl** als Parfüm. Ostindien, in Südfrankreich gebaut.

J. *Sambac* Vahl. (Nyctanthes *Sambac* L.). Die Blüten dienen zum Parfümiren des Thees. Canton.

Apocynacĕae.

Plumiĕra *alba* L. Blüten als Parfüm. Westindien.

Tabernaemontāna *macrophylla* Poir. Liefert ein Gummiharz. Neucaledonien.

Asclepiadĕae.

Cynānchum *vimināle* L. Liefert ein Harz. Ostindien.

Convolvulacĕae.

Convolvŭlus *scammonia* L. Der eingetrocknete Milchsaft, **Scammonium** (Gummiharz). Orient.

Ipomoea *Purga* Hayne (I. *Jalăppa* Nutt.). Liefert **Jalapparharz**. Mexiko.

Labiātae.

*Mentha *piperita* L. Das Kraut liefert **Pfefferminzöl**. Besonders in England und Nordamerika.

*M. *aquatica* L. var. *crispa*. } Die Blätter liefern die **Krauseminze** und das **Krauseminzöl**.
*M. *silvestris* L. var. *crispa*.
*M. *viridis* L. var. *crispa*.

Rosmarīnus *officinālis* L. Die Blätter liefern das **Rosmarinöl** zur Bereitung der **Eau de Cologne.** Südeuropa.
Lavandŭla *spica* Chaix. und *officinālis* Chaix. Liefern die **Lavendelblüten.** Südeuropa.
Pogostēmon *Patchouli* Pellet. Die Blätter ſtellen das Parfüm **Patſchuli.** Oſtindien.

Compositae.
Chrysanthĕmum *parthenium* Pers. (Pyrĕthrum *Parthenium* Sm.). Liefert eine Sorte **Kampher.**
Blumĕa *balsamifĕra* DC. Liefert eine Art Kampher. China.
Carlina *gummifĕra* Less. Die Blütenköpfe enthalten ein Harz, als Surrogat für Maſtix. Orient.
Libothāmnus *nereifolius* Ernst. Liefert den Creolen-Weihrauch. Caracas.
Ceradia *furcāta* Rich. Liefert **Ceradiaharz.** Weſtafrika.
Liātris *odoratissima* Willd. Stengel. Wilde Vanille zum Parfümiren des Tabaks und der Cigarren. Florida.
Aplotāxis *Lappa* DC. Wurzel als Räuchermittel. Kaſchmir.
Carlina *gummifĕra* DC. (Atractylis *gummifĕra* Desf.). Harz zur Verfälſchung des Maſtix. Mittelmeerländer.

Zingiberaceae.
Elettaria *cardamōmum* White et Mat. und *major* Sm. Die Früchte (kleine und lange Cardamomen) dienen zu Parfümen. Oſtindien.

Orchidĕae.
Vanilla *planifolia* Andr. Früchte, **Vanille.** Tropen.
Angraecum *fragrans* Thou. Blätter enthalten Cumarin, liefern das Parfüm **Faham.** Madagaskar.

Amaryllidĕae.
Narcissus *tazĕtta* L., N. *Jonquilla* L. und N. *calathīnus* Gawl. Blüten als Parfüm. Südfrankreich.

Iridĕae.
Iris *florentīna* L. und *pallĭda* L. Wurzelſtock. **Veilchenwurzel.** Südeuropa.

Smilacĕae.
Dracaena *draco* L. Liefert **Drachenblut** (Harz). Canariſche Inſeln. Socotera.

Liliacĕae.
Hyacinthus *orientālis* L. Blüten als Parfüm in Südfrankreich.
Polianthes *tuberōsa* L. Blüten zu Parfümeriezwecken. Mexiko, Südfrankreich.
Xanthorrhoea *australis* R. Br., *arborĕa* R. Br., *hastĭlis* Sm. Die Stämme liefern **Xanthorhoeaharz.** Auſtralien.
Aloë *vulgāris* Lam., *socotrīna* Lam., *indica* Royle, *purpurāscens* Haw., *spicāta* Thunb., *arborescens* Mill., *lingŭa* Thunb., *mitraeformis* Lam., *perfoliāta* Thunb. Aus den Blättern wird die **Aloë** (bitterer Extraktivſtoff) gewonnen. Süd- und Oſtafrika, zum Theil in Oſt- und Weſtindien kultivirt.

Palmae.
Calămus *draco* Willd. Die Früchte liefern **Drachenblut** (Harz). Oſtindien.

Aroidĕae.
*Acŏrus *calămus* L. Wurzelſtock. **Kalmuswurzel.**

Graminĕae.
Andropōgon *muricātum* Retz. Wurzelſtock liefert ätheriſches Oel, **Vetiver.**
A. *citriodōrum* H. P., *iwarancūsa* Roxb. und andere Arten. Die Wurzelſtöcke liefern ätheriſches Oel, **Grasöl.** Oſtindien.

Coniferae.
Abies *excĕlsa* Lam. Fichte, ſowie
Pinus *silvēstris* L. Kiefer. P. *austrīaca* Tratt. Schwarzkiefer. P. *halepēnsis* Mill. Aleppokiefer. Die Stämmen liefern nach Verwundung den **gemeinen Terpentin.**
P. *strobus* L., *taeda* L., *palŭstris* Mich. *resinōsa* Ait. Liefern **amerikaniſchen Terpentin.**
P. *maritima* Lamb. Liefert **Terpentin von Bordeaux.** Frankreich, Portugal.
P. *cembra* L. Liefert **ungariſchen** oder **karpathiſchen Terpentin.**
*P. *pumilio* Haenke. Liefert **Krummholzöl.**
*Abies *pectināta* DC. Tanne, liefert **Straßburger Terpentin.**
A. *balsamea* Mill. und *canadensis* L. Liefern **Canadabalſam.** Nordamerika.
*Larix *europaea* DC. Liefert **venetianiſchen Terpentin.**
Alle vorgenannten Nadelbäume liefern außerdem die verſchiedenen Harzprodukte, die als **Fichtenharz, Colophonium, Schwarzpech, Weißpech** ꝛc. bekannt ſind.
Araucaria *intermedia* Vieil. und A. *Cookii* R. Br. Liefern Harz. Neucaledonien.
Dammara *orientālis* Lam., ſowie Pinus *sumatrāna* Jungh. Liefern das **oſtindiſche Dammarharz.** Oſtindien.
D. *australis* Don. und *ovāta* Moore. Liefern eine Sorte **Copal** (**Kaurie-Copal**). Neuſeeland, Neucaledonien.
Callitris *quadrivālvis* Vent. Liefert **Sandarac** (Harz). Algier.
C. *Preissii* Miq. Liefert ein ſandaracartiges Harz. Südauſtralien.
*Juniperus *communis* L. Die Rinde liefert **Wachholderharz, deutſchen Sandarac,** die Früchte das **Wachholderbeeröl.**
Pinites *succinifer.* Bernſteinbaum. **Bernſtein.**

XIX. Kautſchuk.

§. 346. Kautſchuk (§. 205.) iſt ein Beſtandtheil des Milchſaftes (§. 46, 48.) der Pflanzen und kann aus dieſen abgeſchieden werden. Der in den Handel kommende wird indes nur aus milchſaftreichen Pflanzen der tropiſchen und ſubtropiſchen Länder gewonnen. Von manchen Kautſchukſorten kennt man die Stammpflanzen noch nicht. Denſelben Urſprung haben auch die dem Kautſchuk verwandten Stoffe **Guttapercha** und **Balata,** die unten bei ihren Stammpflanzen genannt ſind.

Euphorbiaceae.
Siphonia *elastica* Pers., *brasiliensis* Willd., *lutea* Spruce., *brasiliana* Spruce. Kautſchuk und zwar Para-Kautſchuk, die beſte amerikaniſche Sorte. Braſilien.
Maböa *Parīni* Aubl. Kautſchuk. Guiana.
Omphalea *cordāta* Sw. Kautſchuk. Jamaika.
Saplum *aucuparium* Lam. Kautſchuk. Südamerika.

Commiphŏra *madagascariēnsis* Jacq. Kautſchuk. Madagaskar.
Euphorbia *picta* Jacq. Kautſchuk. Südamerika.

Artocarpacĕae.

Ficus *elastica* Roxb., *indica* L., *toxicaria* L., *verrucōsa* Vahl., *benghalēnsis* L. Kautſchuk, und zwar das indiſche oder Aſſam-Kautſchuk. Oſtindien.
F. *elliptica* Kunth. Kautſchuk. Neugranada.
F. *prinoïdes* Willd. Kautſchuk von Guaduas, Honda und Santa-Fé de Bogota.
F. *radūla* Willd., *nymphaefolia* Royen., *populnea* L. Kautſchuk. Südamerika.
Urostigma *Karet* Miq. Kautſchuk. Oſtindien.
Brosimum *alicastrum* Sw. Kautſchuk. Jamaika.
Cecropia *peltāta* L. Kautſchuk. Guiana, Mexiko.
Artocarpus *integrifolius* L. Kautſchuk. Oſtindien.
Castillŏa *elastica* Cerv. Kautſchuk. Mexiko.
Clarissa *bifolia* R. et P. und *racemōsa* R. et P. Kautſchuk. Peru.

Sapotacĕae.

Isonandra *Gutta* Hook. Guttapercha. Oſtindien.
Sideroxylon *attenuātum* DC. Guttapercha. Oſtindien, Philippinen.
Cocosmanthus *macrophyllus* Hassk. Guttapercha. Java.
Ceratophŏrus *Leerii* Hassk. Guttapercha. Sumatra.
Lucūma *mammōsa* Juss. (Sapōta *mammōsa* Gärtn.). Guttapercha. Antillen.
Sapōta *Müllēri* Bleck. Balata. Guiana.
Bassia *sericea* Bl. Guttapercha. Java.
Achras *Balāta* Aubl. Guttapercha. Guiana.

Apocynacĕae.

Urceŏla *elastica* Roxb. Kautſchuk, und zwar Borneo- und Sumatra-Kautſchuk. Oſtindien.
Vahea *gummifĕra* Lam., *madagascariēnsis* Boj., *comorēnsis* Boj. und *senegalēnsis* DC. Kautſchuk. Madagaskar. Java.
Landolphia *owariēnsis* Pal. Beauv., L. *Hendelotii* DC., *florida* Benth. und einige andere Arten. Kautſchuk. Afrika.
Willughbeia *edūlis* Roxb. Kautſchuk. Madagaskar, Mauritius.
W. *martabanica* Wall. Kautſchuk. Martaban, Chittagong.
Pacouria *guianēnsis* Aubl. Kautſchuk. Guiana.
Apocynum *cannabīnum* L. Kautſchuk. Nordamerika.
Hancornia *speciōsa* Müll. Arg. Pernambuco-Kautſchuk.

Asclepiadĕae.

Calotrōpis *gigantea*. Kautſchuk. Oſtindien.

Lobeliacĕae.

Lobelia *Cautschuc* Humb. Kautſchuk. Neugranada.

XX. Färberpflanzen.

§. 347. Das Pflanzenreich liefert verſchiedene **Farbſtoffe**, welche ſich zum Färben eignen. Dieſes ſind theils fertig in der Pflanze gebildete Farbſtoffe (§. 212.), welche entweder in den Zellſäften aufgelöſt oder in den Zellmembranen, beſonders des Holzes aufgeſpeichert ſind und ſich aus den Pflanzentheilen ausziehen laſſen; theils ſind dieſelben in der Pflanze nicht vorgebildet, vielmehr als farbloſe Verbindungen, ſogenannte Chromogene (§. 212, 7.) enthalten, welche erſt durch Einwirkung anderer Stoffe, mit denen dann die Pflanzentheile behandelt werden müſſen, beſonders Alkalien, in farbige Verbindungen übergehen, wie beim Indigo, Waid, den Farbflechten ꝛc. Die neuerdings zu ausgedehnter Anwendung kommenden Anilinfarben ſind nicht direkte Produkte des Pflanzenreiches. Doch iſt der rothe Farbſtoff des Spaltpilzes (§. 195.) *Micrococcus prodigiōsus* („Blutendes Brot") eine natürlich vorkommende Anilinfarbe. Das Anilin entſteht z. B. bei der Deſtillation des vegetabiliſchen Farbſtoffes Indigo, wird indes induſtriell nur aus Steinkohlentheer, nämlich aus Nitrobenzol gewonnen. Es iſt eine farbloſe organiſche Baſis, die mit Säuren farbige Verbindungen, die eigentlichen Anilinfarben, eingeht. Von den letzteren hat man die verſchiedenſten Arten, nämlich Anilinroth oder Fuchſin, Anilinblau, Anilinviolett oder Anilinpurpur, Anilingrün, Anilingelb, Anilinbraun oder Marron (Havannabraun, Bismarckbraun), Anilingrau, Anilinſchwarz oder Indigſchwarz.

Manche Pflanzenfarben werden zur Verfälſchung anderer vegetabiliſcher Farbſtoffe oder farbiger Pflanzenprodukte verwendet. Insbeſondere ſind hier die gegenwärtig zur Verfälſchung der Rothweine dienenden Farben von Intereſſe. Es werden hierzu verwendet: Heidelbeerſaft (wird erkannt durch Zuſatz von Aetzkalk, wodurch er intenſiv blau, dann grün wird), Kirſchſaft, Fliederbeerſaft, Saft der Malvenblüten (wird durch Aetzkalk ſogleich grün), Saft der *Phytolacca*-Beeren (wird durch Aetzkalk zerſtört und gelb), Fuchſin (wird durch Aetzkalk ſogleich entfärbt), Campecheholz (zugeſetzter Aether wird gelb und bei nachherigem Zuſatz von Ammoniak hochroth), Cochenille (der Aether ſteigt farblos auf, färbt ſich aber bei Zuſatz von Waſſer und Ammoniak braun). Auch durch Veränderungen des Spectrums können dieſe fremden Farbſtoffe angezeigt werden.

§. 347. Die Gefahr, welche in der Anwendung der verſchiedenen beſonders aus dem Mineralreiche ſtammenden giftigen Farben liegt, hat zur polizeilichen Beſchränkung der in der Technik anzuwendenden Färbemittel geführt. So ſind durch die Pariſer Polizeiverwaltung folgende theils vegetabiliſche, theils nicht vegetabiliſche Farbſtoffe zum Färben vorgeſchrieben. **Roth**: Cochenille, Carmin, Braſilholz, Orſeille. **Blau**: Indigo und deſſen Derivate, Berlinerblau. **Gelb**: Safran, Gelbbeeren, Quercitron, Gelbholz, Curcuma. **Grün**: Gemiſch von Campecheholz und Berlinerblau. **Violett**: Gemiſch von Berlinerblau und Carmin.

A. Rothe Farbſtoffe.

Caesalpiniacĕae.
- Caesalpinia *echinata* Lam., *brasiliensis* Sw. etc. Rothholz, **Fernambukholz, Braſilienholz.** Enthält Braſilin. Südamerika, Oſt- und Weſtindien.
- C. *sappan* L. **Sappanholz.** Oſtindien.
- Baphia *nitida* Afzel. **Afrikaniſches Rothholz.** Sierra Leone.
- Haematoxylon *campechianum* L. Holz. **Blauholz, Campecheholz.** Enthält Hämatoxylin. Central- u. Südamerika.

Papilionacĕae.
- Butea *frondosa* Roxb. Wurzel. Oſtindien.
- Pterocarpus *santalinus* L. **Rothes Sandelholz.** Enthält Santalin. Oſtindien.
- Pt. *draco* L. **Drachenblut.** Weſtindien.

Amygdalacĕae.
- *Prunus *cerasus* L. u. Pr. *avium* L. **Kirſchen.**

Rosacĕae.
- *Rubus *idaeus* L. Himbeeren.

Lythracĕae.
- Lawsonia *alba* Lam. Die Blätter. **Henna** oder **Alhenna.** Südaſien, Afrika.
- Grisĕa *tomentosa* Roxb. (Lythrum *fruticosum* L.). Blüten. Oſtindien, Sundainſeln.

Ribesiacĕae.
- *Ribes *rubrum* L. Johannisbeeren.

Malvacĕae.
- *Althaea *rosea* Cav. Schwarze Malve oder Stockroſe. Blüten.

Phytolaccacĕae.
- Phytolacca *decandra* L. Beeren. **Kermesbeeren.**

Chenopodiacĕae.
- *Beta *vulgaris* L. var. *rubra*. Wurzel. Rothe Rübe.

Euphorbiacĕae.
- Rottlera *tinctoria* Roxb. u. *affinis* Hassk. Früchte. **Kamala.** Oſtindien, Philippinen.

Papaveracĕae.
- Sanguinaria *canadensis* L. Wurzel. Canada.
- *Papaver *rhoeas* L. Klatſchroſen. Blumenblätter.

Ranunculacĕae.
- *Paeonia *officinalis* L. Blumenblätter.

Cupulifĕrae.
- *Quercus *sessiliflora* Sm., *pedunculata* Ehrh. und andere Eichenarten. Die Eichengerbſäure liefert das **Eichenroth.**

Ericacĕae.
- *Vaccinium *myrtillus* L. Heidelbeere. Früchte.

Boraginĕae.
- Anchusa (Alcanna) *tinctoria* L. **Alkanna, Alkannaroth.** Südeuropa, Kleinaſien.
- A. *virginica* L. Wurzel. Virginien.
- Echium *violaceum* L. } Wurzel.
- Lycopsis *nigricans* Lam. } Südfrankreich.
- Onosma *echioides* L. Wurzel. Dient zur Verfälſchung der Alkanna. Südeuropa.

Bignoniacĕae.
- Bignonia *chica* Bonv. Blätter. Liefert das **Chicaroth.** Südamerika.

Caprifoliacĕae.
- *Sambucus *nigra* L. Flieder. Früchte.

Rubiacĕae.
- Rubia *tinctorum* L. } In Europa. } Krappwurzel.
- R. *peregrina* L. In Levante. } Liefert **Krapproth** oder **Rubicin**, ſowie **Alizarin u. Purpurin.**
- R. *Munjista* Roxb. In Bengalen.
- R. *chilensis* Mol. Wurzel. Chile.
- R. *Manjit* Roxb. Wurzel. Oſtindien.
- R. *hypocarpiea* DC. Wurzel. Weſtindien.
- R. *montevidensa*. Wurzel. Südamerika.
- *Asperula *tinctoria* L. Färber-Waldmeiſter. Wurzel.
- *Galium *verum* L., *boreale* L., *mollugo* L., *aparine* L. Labkrautarten. Wurzel.
- Macrocnemum *tinctorium* Kunth. Rinde. Orinoco.
- Simira *tinctoria* Aubl. Rinde. Südamerika.
- Morinda *citrifolia* L. **Morindawurzel.** Oſtindien.
- Oldenlandia *umbellata* Roxb. Wurzel. Oſtindien.

Palmae u. Liliacĕae.
- Calamus *draco* Willd. und Dracaena *australis*. Liefern rothes Harz. **Drachenblut** (☞ §. 345.).

Floridĕae.
- Rytiphlaea *tinctoria* Ag. } Wurden wegen der ausziehbaren, rothen Farben bei den Alten zum Färben u. Schminken, unter dem Namen Fucus verwandt. Mittelmeer, Ocean.
- Plocamium *coccineum* Lyngb.

B. Gelbe Farbſtoffe.

Mimosacĕae.
- Mimosa *inga* L. Rinde. Guadeloupe.
- Acacia *scleroxylon* Tussac. Rinde. Guadeloupe.

Caesalpiniacĕae.
- Cassia *fistulosa* L. u. *auriculata* L. Rinde. Oſtindien.

Papilionacĕae.
- Butea *frondosa* Roxb. und *superba* Roxb. Blüten. Oſtindien.
- Sophora *japonica* L. Blüten. China, Japan.
- Genista *tinctoria* L. Europa, Aſien. } Das Kraut **Ginſter.**
- G. *ovata* W. et K. Banat.
- G. *anglica* L. England.

Melastomacĕae.
- Memecylon *tinctorium* Willd., *capitellatum* L. und *grande* Retz. Blätter. Ceylon.

Datiscacĕae.
Datisca *cannabina* L. Das Kraut. Kleinasien, Kreta.

Rhamnacĕae.
Rhamnus *infectoria* L. Südeuropa. } Früchte.
*Rh. *catharticus* L. *saxatilis* L. } **Gelbbeeren.**
Zizyphus *jujuba* Lam. Rinde. Ostindien.

Umbellifĕrae.
*Daucus *carota* L., Möhrenwurzeln.

Ternstroemiacĕae.
Cochlospĕrmum *tinctorium* Perot. Wurzel. Senegambien.

Bixacĕae.
Bixa *orellana* L. und B. *Urucana* Willd. Früchte. Liefern **Orlean.** Südamerika, Westindien.

Resedacĕae.
*Resēda *luteola* L. **Wau.** Die ganze Pflanze.

Anacardiacĕae.
Rhus *cotinus* L. **Fisetholz.** Südeuropa.

Menispermacĕae.
Coscinium (Menispĕrmum) *fenestratum* Gaertn. Wurzel. Ostindien.

Berberidĕae.
*Berbĕris *vulgaris* L. } Wurzelholz.
B. *flexuosa*. Südamerika. }

Moracĕae.
Maclūra *aurantiaca* Nutt. (Broussonetia *tinctoria* Kunth.). **Gelbholz.** Enthält Morin. Westindien.

Cupulifĕrae.
Quercus *tinctoria* Willd., *aquatica* Catesb., *cinerea* Mich. Rinde, **Quercitronrinde.** Liefert Quercitrongelb od. Quercitrin. Nordamerika.

Styracacĕae. §. 347.
Symplŏcos *tinctoria* L. Holz. Carolina.

Jasminĕae.
Nyctānthes *arbor tristis* L. Blüten. Ostindien.

Rubiacĕae.
Morīnda *umbellata* L. Wurzel. Ostindien.
Psychotria *sulphurea* R. et P. Blätter. Peru.
Gardenia *spec.* Früchte. **Chinesische Gelbschoten** oder **Wongshy.** China, Cochinchina, Japan.

Compositae.
Eupatorium *chilense* Mol. Das Kraut. Chile.
Solidāgo *canadensis* L. Das Kraut. Nordamerika.
*Anthĕmis *tinctoria* L. Färber-Kamille. Blüten.
*Calendŭla *officinalis* L. Ringelblume. Blüten.
*Serratŭla *tinctoria* L. **Färber-Scharte.** Das Kraut.
Carthāmus *tinctorius* L. **Saflor.** Blüten. Europa, Orient.
*Xanthium *strumarium* L. Europa. } Das
X. *macrocārpum* DC. Südeuropa. } Kraut.
X. *indicum* Roxb. Cochinchina. }

Zingiberacĕae.
Curcūma *longa* L. Der Wurzelstock liefert **Curcumagelb** oder **Curcumin.** Ostindien.

Iridĕae.
Crocus *sativus* Sm. Die Narben der Blüten. **Safran.** Südeuropa, Orient.
C. *serotinus* Ret. Sicilien. } Liefern ebenfalls Safran.
C. *Pallasii* Goldb. Taurien. }
C. *susianus* Ker. Kleinasien. }

C. Blaue und violette Farbstoffe.

Caesalpiniacĕae.
Haematoxylon *campechianum* L. Holz. **Blauholz, Campecheholz.** Central- und Südamerika.

Papilionacĕae.
Galēga *tinctoria* L. Das Kraut liefert eine geringe Sorte Indigo. Ceylon.
Baptisia (Sophŏra) *tinctoria* R. Br. Die Blätter liefern eine Art Indigo. Nordamerika.
Amŏrpha *fruticosa* L. Die jungen Triebe liefern **Bastardindigo.** Cayenne.
Indigofĕra *tinctoria* L. Ostindien, Java, Amerika. } Das Kraut dieser und wahrscheinlich noch anderer Arten liefert den **Indigo.**
I. *anil* L. Ostindien, Java.
I. *argentea* L'Herit. Ostindien, Centralamerika.
I. *disperma* L. Guatemala.

Nyctaginĕae.
Andradaea *floribunda* Allem. Holz. Brasilien.

Polygonacĕae.
Polygŏnum *tinctorium* L. Färberknöterich. Das Kraut liefert Indigo. China, Cochinchina, Japan.

Euphorbiacĕae.
Crozophŏra *tinctoria* Neck. Tournesolpflanze, zum Färben der Schminkläppchen (durch Einwirkung eines Alkalis unter Luftzutritt). Südeuropa.

Polygalacĕae.
Polygāla *tinctoria* Forsk. Die Pflanze soll eine Art Indigo liefern. Arabien.

Cruciferae.
*Isātis *tinctoria* L. und *lusitanica* L. **Waid.** Die ganze Pflanze. Deutschland, Frankreich.

Ranunculacĕae.
Delphinium *camptocarpum* C. Koch. Die blühende Pflanze. Nordpersien.

Ericacĕae.
*Vaccinium *myrtillus* L. Heidelbeere. Früchte.

Apocynacĕae.
Nerium *tinctorium* L. Die Pflanze liefert eine Art Indigo. Ostindien.

Asclepiadĕae.
Marsdenia *parviflora* Desn. Blätter liefern Indigo. Vorderindien.
M. *tinctoria* R. Br. Blätter liefern Indigo. Sumatra.

Bignoniacĕae.
Bignonia *spec.* Blätter liefern eine Art Indigo. Guinea.

Acanthacĕae.
Ruellia *comosa* Wall. Assam. } Die Blätter
Sericographis *Mohintli* DC. } sollen Indigo
Mexiko. } liefern.

Compositae.
Eupatorium *indigoferum* Pohl. und E. *tinctorium*. Das Kraut liefert Indigo. Brasilien.
Spilānthes *tinctorius* Lour. Blätter liefern eine Art Indigo. China, Cochinchina.

Lichēnes.
Roccella *tinctoria* DC. Orseilleflechte. Liefert **Orseille.** Canarische Inseln, Senegambien, Kap, Ostindien, Süd- und Centralamerika.

§. 347. Roccella *phycopsis* Ach. und *fuciformis* Ach. Westküsten Europas, Mittelmeerküsten, Madagaskar, Peru. R. *Montagnei* Bél. Angola, Madagaskar, Ostindien. } liefern Orseille.

*Lecanora *parella* Ach. Europa. Dient in der Auvergne zur Bereitung von Orseille und Lakmus.

L. *tartarea* Ach. Europa, Amerika. Dient in Schweden zur Darstellung des Persio und Lakmus.

D. Grüne Farbstoffe.

Das in allen grünen Pflanzentheilen enthaltene Blattgrün oder Chlorophyll (§. 212.) ist wegen seiner leichten Zersetzbarkeit durch Licht ꝛc. zum Färben nicht geeignet. Die aus Pflanzen stammenden grünen Farben entstehen erst durch Mischung blauer und gelber Farbestoffe oder durch Umwandlung gelber Farbstoffe mittelst chemischer Mittel.

Rhamnaceae.
Rhamnus *utilis* Decsn. und *chlorophora* Lindl. Rinde. Liefert das **chinesische Grün.** China.
Rh. *catharctica* L. Früchte liefern das **Kreuzdorn-** oder **Saftgrün.**

Verbenaceae.
Vitex *pubescens* Vahl. Blätter und Rinde. Java.

Asclepiadeae.
Asclepias *tinctoria* Roxb. u. *tingens* Roxb. Die ganzen Pflanzen. Ostindien.

E. Schwarze und braune Farbstoffe.

Zu den schwarzen Farbmitteln, welche wir dem Pflanzenreiche verdanken, gehört zunächst die Kohle, welche durch Verkohlen von Pflanzentheilen, besonders des Holzes dargestellt wird (§. 198.). Die Holzkohle oder Reißkohle, welche vorzüglich Linden und Weiden liefern, dient zum Zeichnen. Als Malerfarbe benutzt man das Kohlenschwarz, welches aus Hölzern gewonnen wird, die in verschlossenen eisernen Gefäßen verkohlt und dann zerrieben werden. Besonders dient hierzu das aus Weinreben, Weintrestern ꝛc. dargestellte Rebenschwarz oder Frankfurter Schwarz. Auch der Ruß, d. i. der bei unvollständiger Verbrennung organischer Körper, besonders Pflanzenstoffe, aus dem Rauche sich absetzende fein vertheilte Kohlenstoff, dient zum Färben. Man unterscheidet a. Kienruß oder Kienrauch, welcher aus Kiefernstöcken sowie aus Braunkohlen dargestellt wird und besonders zu Anstrichen, Stiefelwichse ꝛc. dient. b. Lampenruß, der beim Verbrennen von fetten Oelen sich absetzende feinste Ruß, welcher namentlich zur Darstellung der chinesischen Tusche (besonders aus dem Sesamöl von *Sesamum orientale* §. 343.) gebraucht wird. c. Glanzruß, welcher sich als eine glänzende dunkelbraunschwarze Kruste im untern Theile der Schornsteine ablagert und zur Bereitung einer braunen Farbe, des Bisters dient. Ein schwarzes Farbemittel ist zweitens die Tinte, welche durch Gerbstoffe aus Gerbepflanzen (§. 341.) mit Eisensalzen bereitet wird. Außerdem werden folgende Pflanzen zum Schwarz- oder Braunfärben benutzt. Auch bei diesen ist es der Gehalt an Gerbstoff, auf welchem die färbende Eigenschaft beruht.

Mimosaceae.
Acacia *catechu* Willd. und die anderen Catechu liefernden Pflanzen (☞ §. 341.). Das **Catechu** dient als braune Farbe.
A. *arabica* Willd., *nilotica* Del. und andere Arten. Die Hülsen, **Bablach**, dienen zum Schwarzfärben. Egypten, Ostindien, Senegal.

Papilionaceae.
Mucuna *pruriens* Hook. Blätter. Java.

Rosaceae.
*Spiraea *ulmaria* L. Blätter.

Rhizophoraceae.
Rhizophora *mangle* L. Rinde. Tropen.
Rh. *gymnorrhiza* L. Rinde. China, Cochinchina.
Bruguiera *spec.* Rinde. Ostindien.

Combretaceae.
Terminalia *chebula* Roxb., *bellerica* Roxb., *citrina* Roxb., *catappa* L. Früchte, **Myrobalanen.** Nordamerika.

Crassulaceae.
Crassula *pinnata* L. Blätter. China, Cochinchina.

Erythroxylaceae.
Erythroxylon *suberosum* St. Hil. Rinde. Brasilien.

Anacardiaceae.
Anacardium *orientale* L. Samenschale. Ostindien.

Nyctagineae.
Pisonia *tomentosa* Lam. Blätter. Brasilien.

Juglandaceae.
*Juglans *regia* L. Wallnußschalen färben braun.

Ericaceae.
*Arbutus *uva ursi* L. und Andromeda *polifolia* L. Das Kraut dient in Schweden und Rußland zum Schwarzfärben.
Andromeda *arborea* L. Zweige und Rinde. Nordamerika.

Compositae.
Cotula *alba* L. Das Kraut. Ostindien.

Gramineae.
Sorghum *spec.* Die Spelzen. Ostindien.

XXI. Verschiedene chemische Produkte. § 348.

1) Cellulose-Derivate.

Aus Cellulose (§. 201.), besonders aus Baumwolle, wird dargestellt:

a. Schießbaumwolle oder Pyroxylin (Nitrocellulose), durch Eintauchen von Baumwolle in ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure, ein leicht entzündlicher und explodirbarer Stoff, der für artilleristische und hüttenmännische Zwecke zum Sprengen ꝛc. Anwendung findet.

b. Collodium, eine Lösung von Schießbaumwolle (a.) in alkoholhaltigem Aether, welche an der Luft durch Verdunsten des Aethers schnell ein Häutchen bildet, daher zu chirurgischen Zwecken, besonders zum Verschließen der Wunden, auch in der Photographie, sowie in der Gärtnerei an Stelle von Baumwachs angewendet wird.

c. Celluloïd, ein 1869 erfundenes Fabrikat aus Schießbaumwolle (a.) und Kampher, welches durch starkes Komprimiren eine harte, feste, unzerbrechliche, hornähnliche Beschaffenheit erhält und als Surrogat für Elfenbein und Horn zu Billardkugeln, Griffen, Kämmen, Spielsachen ꝛc. jetzt viel verwendet wird.

2) Zu Schießpulver

dient die Kohle vorwiegend von folgenden Pflanzen:

- Faulbaum (Rhamnus *frangula* L.), für Gewehrpulver. } In Deutschland.
- Elsebeerbaum, für Geschützpulver. } In Deutschland.
- Haselstrauch. } In Oesterreich.
- Erle. } In Oesterreich.
- Faulbaum. } In Frankreich.
- Haselstrauch. } In Frankreich.
- Pappel. } In Frankreich.
- Linde. } In Frankreich.
- Spindelbaum. } In Frankreich.
- Haselstrauch in der Schweiz.
- Hanfstengel in Italien.
- Faulbaum. } In England.
- Kornelkirsche. } In England.
- Erle. } In England.
- Weide. } In England.

3) Potasche.

Die Potasche, mehr oder weniger reines kohlensaures Kali, welche zu verschiedenen technischen und medicinischen Zwecken verwendet wird, gewann man bis vor kurzem ausschließlich aus der Asche (§. 199.) verschiedener Landpflanzen, in welcher jenes Salz in besonders reicher Menge neben den anderen Aschebestandtheilen enthalten ist (rohe und gereinigte Potasche), gegenwärtig aber auch aus Rübenmelasse, aus dem Wollschweiß der Schafvliese und aus den Staßfurter Abraumsalzen. Potasche liefert die Asche vorwiegend von folgenden einheimischen Pflanzen:

- Fichtenholz.
- Buchenholz.
- Rüsternholz.
- Weinrebe.
- Sonnenrose.
- Tanacētum *vulgāre* L.
- Artemisia-Arten, besonders Wermuth.
- Cardŭus und Cirsium, Distelarten.
- Atriplex- und Chenopodium-Arten.
- Fumaria *officinālis* L. Erdrauch.
- Pteris *aquilīna* L. Adlerfarn.

4) Soda.

Das kohlensaure Natron, welches zu verschiedenen technischen Zwecken, in der Haushaltung zum Waschen ꝛc., auch als Arzneimittel, sowie zur Darstellung künstlicher Mineralwasser Anwendung findet, wird zwar größtentheils künstlich aus Kochsalz (Chlornatrium) dargestellt, aber auch als Naturprodukt gewonnen und ist als solches theils mineralischen Ursprungs (aus Natronseen und als Auswitterungsprodukt des Bodens), theils vegetabilischer Herkunft, indem es aus folgenden Strandpflanzen, deren Asche daran besonders reich ist (☞ §. 198.) erhalten werden kann. Diese Fabrikate, welche man namentlich in Spanien, auf den kanarischen Inseln, in Südfrankreich, auf Sicilien, in Egypten, am kaspischen Meere ꝛc. darstellt, sind die Barilla oder Alicantesoda, die sicilische Rochetta, die Salicor von Narbonne, die Blanquette von Aigues-Mortes. Die aus den Seetangen gewonnene ist die Tangsoda, die jedoch vorwiegend auf Jod (5) verarbeitet wird.

Chenopodiacĕae.
*Salicornia-Arten. Glaskraut.
*Salsŏla-Arten. Salzkräuter.
*Schoberia *maritima* L.
*Halimus-Arten. Keilmelde-Arten.
*Kochia-Arten.
*Atriplex, die am Meere wachsenden Arten.
Cruciferae.
*Cochlearia *officinalis* L. Löffelkraut.
Mesembryanthemacĕae.
Mesembryanthĕmum *crystallinum* L., *copticum* L., *nodiflŏrum* L. Eiskraut.
Aizŏon *canariĕnse* L. und *hispanicum* L.
Umbellifĕrae.
Crithmum *maritimum* L. Meerfenchel.
Primulacĕae.
*Glaux *maritima* L. Meerstrands-Milchkraut.
Plantaginĕae.
*Plantāgo *maritima* L. Meerstrands-Wegerich.
Compositae.
*Aster *tripolium* L. Meerstrands-Sternblume.
Najadacĕae.
*Zostĕra *marina* L. Seegras.
Fucacĕae.
*Fucus *vesiculōsus* L. etc. Blasentang, sowie alle Seetange.

5) Jod.

In der Asche der Meerpflanzen, vorwiegend in den größeren Seetangen, wie *Fucus vesiculōsus* L. ꝛc., ist das im Meerwasser in Spuren vorkommende Jod in so großer Menge enthalten (☞ §. 198.), daß man diesen Körper aus den genannten Pflanzen im großen gewinnen kann. Das hierzu dienende Rohmaterial ist die Asche jener Seetange, die Tangsoda, welche bei den Schottländern Kelp, bei den Normanen Varek heißt.

XXII. Düngerpflanzen.

§. 349. Die Substanzen, die wir beim Pflanzenbau dem Boden behufs Ernährung der Kulturpflanzen zuführen und die man als Dünger bezeichnet, brauchen bekanntlich nicht die reinen anorganischen Salze zu sein, wie sie von der Pflanze direkt als Nährstoffe beansprucht werden (§. 239, 241.), sondern es können auch Körper sein, die erst bei weiterer Zersetzung im Boden in die für die Pflanzenernährung geeignete Form übergehen. So können auch organische Stoffe als Dünger dienen, wenn sie bei ihrer Verwesung im Boden salpetersaure, phosphorsaure, schwefelsaure Kalisalze, Kalksalze ꝛc. liefern. Zu diesen organischen Düngmitteln gehören daher vegetabilische Stoffe, weil gerade in diesen die zur Pflanzenproduktion erforderlichen Salze in der geeignetsten Form schon enthalten sind. Es handelt sich hier 1) um ganze Pflanzen, die man zu diesem Zwecke ansäet und nach vollendetem Wachsthum an Ort und Stelle als Dünger, sogen. Gründüngung, unterackert. Man wählt dazu entweder rasch wachsende Pflanzen, die zwischen Ernte und neuer Kultursaat eingeschoben werden, oder man läßt auf armen oder entlegenen Feldern die Vegetation eines ganzen Jahres als Gründüngung unterackern um erst im folgenden Jahre eine Frucht anzubauen. Da schon die Gründüngungspflanze der Nährstoffe im Boden bedarf, so wird durch sie nur eine indirekte Bereicherung des Bodens an Nährstoffen erzielt, indem sie aus Wasser, Luft und Untergrund solche Stoffe sammelt und in die für Pflanzenernährung geeignete Form bringt. Man kann zur organischen Düngung auch solche ganze Pflanzen verwenden, die sich leicht in großen Quantitäten, entweder im wildwachsenden Vorkommen, wie Sumpf- und Wasserpflanzen, sowie Waldgras u. dergl., oder als Unkräuter sammeln lassen. 2) benutzt man dazu allerhand Pflanzenreste, die bei der Kultur der Pflanzen abfallen. Diese Substanzen werden entweder direkt untergeackert, oder sie werden kompostirt, d. h. mit zersetzenden Stoffen, wie Aetzkalk, Jauche, Kloakeninhalt ꝛc. gemischt oder übereinander geschichtet (Kompost), und, nachdem sie hier einen gewissen Zersetzungsgrad erreicht haben, zum Dung verwendet, oder man giebt sie zuerst als Streu in die Stallungen; letzteres gilt besonders von dem Stroh der Feldfrüchte, sowie von der Waldstreu, die in Moos-, Laub- und Nadelstreu unterschieden wird. Auch durch Verbrennen kann man Pflanzen zum Dung vorbereiten; abgeschälte Rasenstücke (Plaggen) werden verbrannt oder mit Mist geschichtet der Verwesung ausgesetzt; gleiches geschieht mit dem Torf und den darauf wachsenden Pflanzen (Moorbrennen). Vegetabilische Dungstoffe liefern 3) die Fabrikatsreste von Pflanzen, wie Oelkuchen, Malzkeime ꝛc., sowie allerhand vegetabilische Abfälle aus Küche und Haus.

Trifollium *incarnātum* L. Incarnat-Klee. Zur Gründüngung.
*Pisum *sativum* L. Erbse. Zur Gründüngung.
*Lupinus *luteus* L. Gelbe Lupine. Zur Gründüngung, und die Körner.
*Genista *germanica* L. und andere Arten Ginster. Die ganze Pflanze.
*Polygonum *fagopyrum* L. Buchweizen. Zur Gründüngung.
*Beta *vulgāris* L. Runkel. Die abgeschnittenen Blätter und das Rübenmark.
*Spergula *arvensis* L. Ackerspörgel. Zur Gründüngung.
*Amarantus *blitum* L. und andere Arten Fuchsschwanz. Die ganze Pflanze.
*Linum *usitatissimum* L. Lein. Oelkuchen zu Kompost.
*Vitis *vinifĕra* L. Weinstock. Die abgeschnittenen Zweige, sowie die Weintrestern zu Kompost.
*Aesculus *hippocastānum* L. Roßkastanie. Die Samen.
*Brassica *rapa* L., *oleifĕra*. Raps. Zur Gründüngung und die Oelkuchen zu Kompost.
*Raphanus *raphanistrum* L. Hederich und Sinapis *arvensis* L. Ackersenf. Die ganzen Pflanzen.
*Humulus *lupulus* L. Hopfen. Die Stengel zu Kompost.
*Quercus. Eichenarten. Die Rinde, Gerberlohe, zu Kompost.
*Callūna *vulgāris* L. Heidekraut. Die ganze Pflanze.
Olea *europaea* L. Oelbaum. Die Samen in Italien.
*Solānum *tuberōsum* L. Kartoffel. Das Stroh und das Kartoffelnmark zu Kompost.
Zea *mais* L. Mais. Stengel und Stroh zu Streu und Kompost.
*Secāle *cereāle* L. Roggen, zur Gründüngung. Außerdem von diesem sowie
*Allen Getreidearten, das Stroh und die Stoppeln zu Streu und Kompost.
*Phragmites *communis* Trin. Schilf und andere schilfartige Gramineen u. Cyperaceen, zu Streu und Kompost.
*Hordeum *distichum* L. und andere Arten Gerste. Die Malzkeime zu Kompost.
Zostĕra *marīna* L., *nana* Koch. Gemeines Seegras, zur Düngung der Aecker an den oceanischen Küsten.
Posidonia *oceanica* König. Ligurisches Seegras. Zu Streu und Kompost an den italienischen Küsten.
Fucus *vesiculōsus* L. Blasentang, zum Düngen der Aecker und zur Streu an den europäischen Küsten.
*Chara. Armleuchter-Arten, zum Düngen der Aecker, z. B. am Bodensee.
*Alle größeren Schwämme.

XXIII. Zierpflanzen.

A. Zierbäume und Ziersträucher für das freie Land.

§. 350. Für Parks, Anlagen und Gärten werden außer den meisten bei uns einheimischen Holzpflanzen (☞ §. 331.) zahlreiche ausländische Gehölze verwendet, von denen vorwiegend solche gewählt werden, welche unser Klima vertragen und den Winter im Freien, und zwar ohne Deckung, manche allerdings nur im Schutze stehend oder gedeckt aushalten. Die wichtigeren derselben sind, mit Ausnahme der Schlingpflanzen, welche unter 2) aufgezählt sind, folgende:

1) Laubhölzer.

Caesalpiniacĕae.
ħCercis *siliquāstrum* L. Echter Judasbaum.
ħC. *canadēnsis* L. Nordamerikanischer Judasbaum.
ħGymnoclādus *canadēnsis* Lam. Geweihbaum.
ħGleditschia *triacānthos* L. Dreidornige Gleditschie.
Papilionacĕae.
ħVirgilia (Cladrāstis) *lutea* Mchx. Gelbholz.
ħSophŏra *japonica* L.
ħħCytīsus *labūrnum* L. Goldregen.
ħħC. *alpīnus* Mill. Alpen-Bohnenbaum.
ħColutĕa *arborēscens* L. Blasenstrauch.
ħC. *cruēnta* Ait. Blutrother Blasenstrauch.
ħIndigofĕra *dosua* Fr. Ham.
ħAmŏrpha *fruticōsa* L.
ħHalimodēndron *argentēum* Lam. Salzstrauch.
ħCaragāna *arborēscens* Lam., *frutēscens* L.
ħRobīnia *glutinōsa* Sims. Klebrige Robinie.
ħR. *hispīda* L. Borstige Robinie.
Amygdalacĕae.
ħAmygdălus *nana* L. Zwergmandelbaum.
ħPrunus *trilōba* Lindl. Mandel-Aprikosenbaum.
ħP. *japonica* Thunb. Japanischer Zwergkirschbaum.
ħP. *fruticōsa* Pall. Zwergkirschbaum.
ħP. *virginiāna* Ehrh. Virginischer Traubenkirschbaum.
ħP. *serotīna* Ehrh. Spätblühender Traubenkirschbaum.
ħP. *laurocerāsus* L. Kirschlorbeerbaum.
Pomacĕae.
ħCrataegus *sanguinea* Pall., *nigra* W. et K., *melanocārpa* Bieb., *azarōlus* L., *granulīfera* C. Koch, *punctāta* Jacq., *leucophloeos* Mnch., *acerifolia* Mnch., *elliptica* Ait., *turbināta* Pursh., *uniflōra* Münchh., *crus galli* L., *salicifolia* Med., *prunifolia* (Poir.), *glandulōsa* Mnch., *rotundifolia* Mnch., *viridis* L., *flabellāta* Bosc., *coccinea* L. Weißdorn-Arten.
ħCotoneäster *tomentōsa* Lindl., *nigra* Wahlb., *racemiflōra* Desf., *rotundifolia* Wall., *pyracāntha* L.
ħAmelanchier *canadensis* L. Kanadische Felsenbirn.
ħħPirus *spectabĭlis* Ait., *prunifolia* Willd., *baccāta* L., *torīngo* Sieb., *coronaria* L. Apfel-Arten.
ħCydonia *japonica* Pers. Japanischer Quittenbaum.
ħSorbus (Aronia) *melanocārpa* Willd., *arbutifolia* L.
ħS. *edūlis* Willd.
Rosacĕae.
ħRosa *centifolia* L., *damascena* Mill., *gallica* L., *turbināta* Ait. etc. Gartenrosen
ħRubus *odorātus* L. Wohlriechender Strauch.

§. 350. ♄ Potentilla *fruticōsa* L. und *davurica* Nestl.
♄ Spiraea *grandiflōra* L., *sorbifolia* L., *opulifolia* L., *ariaefolia* Sm., *salicifolia* L., *alba* Dur., *latifolia* Borkh., *Douglasii* Hook., *tomentōsa* L., *laevigāta* L., *chamaedryfolia* L., *ulmifolia* Scop., *confūsa* Reyk. et Körn., *media* Schmidt, *crenāta* L., *acutifolia* Willd., *hypericifolia* L., *prunifolia* Sieb. et Zucc., *cantoniēnsis* Lour., *trilobāta* L., *callōsa* Thunb., *corymbōsa* Raf. Spierſträucher.
♄ Kerria *japonica* L.

Myrtaceae.
♄ Myrtus *communis* L. Gemeine Myrte.
♄ Punica *granātum* L. Granatbaum.

Thymelaeaceae.
♄ Dirca *palūstris* L. Lederholz.

Elaeagnaceae.
♄ Shepherdia *canadēnsis* L. und *argentea* Pursh.
♄ Elaeagnus *angustifolia* L., *argentea* Pursh. und *umbellāta* Thunb. Oelweide.

Santalaceae.
♄ Nyssa *multiflōra* Wangenh., *aquatica* L., *uniflōra* Wangenh. Tupelobäume.

Ribesiaceae.
♄ Ribes *nivēum* Lindl., *lacūstre* Poir., *petraeum* Wulff., *multiflōrum* Kit., *orientāle* Desf., *americānum* Mill., *sanguinēum* Pursh., *Gordoniānum* Lem., *aurēum* Pursh., *flavum* Berl. Johannisbeerſträucher.

Philadelphaceae.
♄ Philadelphus *coronarius* L., *satellmi* Paxt., *latifolius* Schrad., *pubēscens* Lois., *Gordoniānus* Lindl. Pfeifenſträucher.
♄ Deutzia *crenāta* Sieb. et Zucc. (*scabra*), *gracilis* Sieb. et Zucc.

Hydrangeaceae.
♄ Hortensia *speciōsa* Pers. Echte Hortenſie.
♄ Hydrangea *arborēscens* L. u. *radiāta* Walt.

Hamamelidaceae.
♄ Hamamelis *virginica* L. Zaubernuß.

Cornaceae.
♄ Cornus *alba* Wangenh. (*stolonifēra* Mchx.), *sericea* L. (*amōmum* Mill.).

Araliaceae.
♄ Aralia *spinōsa* L. Dornige Aralie.

Tiliaceae.
♄ Tilia *tomentōsa* Mnch., *alba* Ait., *americāna* L., *euchlōra* C. Koch. Linden.

Malvaceae.
♄ Hibiscus *syriācus* L.

Tamaricaceae.
♄ Tamarix *gallica* L. Tamariske.

Anacardiaceae.
♄ Rhus *typhīna* Torn. Virginiſcher Sumach.
♄ Rh. *coriaria* L., Echter Eſſigbaum, Rh. *copallīna* L. und *glabra* L.
♄ Rh. *cotīnus* L. Perrückenſtrauch.

Pteleaceae.
♄ Ptelea *trifoliāta* L. Lederblume.
♄ Ailanthus *glandulōsa* Desf. Götterbaum.

Acerineae.
♄ ♄ Acer *tataricum* L., *nigrum* Mchx. (*saccharīnum* Wangenh.), *dasycārpum* Ehrh., *rubrum* L., *negūndo* L. Ahorne.

Sapindaceae.
♄ ♄ Aesculus *carnea* Willd., *pavia* L., *glabra* Willd., *lutea* Wangenh., *parviflōra* Walt. Roßkaſtanien.

Aquifoliaceae.
♄ Prinos *verticillāta* L., *glabra* L. Winterbeere.

Rhamnaceae.
♄ Rhamnus *grandifolia* F. et M., *alpina* L.

Ranunculaceae.
♄ Paeonia *arborea* Donn.

Magnoliaceae.
♄ Liriodendron *tulipifēra* L. Tulpenbaum.
♄ ♄ Magnolia *grandiflōra* L., *glauca* L., *tripetāla* L., *acumināta* L., *Fraseri* Walt. *macrophylla* Mchx., *yulan* Hort., *obovāta* Thunb. Magnolien.

Calycanthaceae.
♄ Calycanthus *occidentālis* Hook. et Arn. und *floridus* L. Gewürzſträucher.

Berberideae.
♄ Mahonia *aquifolium* Nutt.

Salicineae.
♄ Populus *canadēnsis* Mch. Canadiſche Pappel.
♄ P. *angulāta* Ait. Caroliniſche Pappel.
♄ P. *athenīensis* Ludw. Amerikaniſche Espe.
♄ P. *grandidentāta* Mchx. Gezähntblättrige Pappel.
♄ P. *heterophylla* L. Herzblättrige Pappel.
♄ P. *balsamifera* L. Balſampappel.

Cupuliferae.
♄ Quercus *bicolor* Willd., *prinos* L., *prinoides* Willd., *alba* L., *macrocārpa* Mchx., *stellāta* Wangenh., *lyrāta* Walt., *virginiāna* Mill., *phellos* L., *nigra* L., *ferruginea* Mchx., *cuneāta* Wangenh., *ilicifolia* Mchx., *velutina* Lam. (*tinctoria* Bartr.), *coccinea* Wangenh., *rubra* L., *palūstris* Dur.
♄ Q. *Cerris* L. Zerr-Eiche.
♄ Ostrya *carpinifolia* Scop. Hopfenbuche.
♄ Corylus *maxima* Mill. (C. *tubulōsa* Willd.). Lamberts-Haſel.
♄ C. *americāna* Walt. Amerikaniſche Haſel.
♄ C. *rostrāta* Ait. Schnabel-Haſel.
♄ C. *colūrna* L. Baum-Haſel.
♄ Fagus *ferruginea* Ait. Amerikaniſche Rothbuche.

Betulaceae.
♄ Alnus *cordāta* Lois. Herzblättrige Erle.
♄ Betula *nigra* L. Rothe Birke.
♄ B. *papyracea* Ait. Papier-Birke.
♄ B. *populifolia* Ait. Pappelblättrige Birke.
♄ B. *lenta* L. Zuckerbirke.
♄ B. *lutea* Mchx. Gelbe Birke.
♄ B. *ulmifolia* Sieb. et Zucc. Ulmenblättrige Birke.

Juglandaceae.
♄ Juglans *nigra* L., *cinerea* L. Amerikaniſche Nußbäume.
♄ Carya *amāra* Mchx., *alba* Mill., *cordiformis* Wangenh., *ovāta* Mill. Hickorynußbäume.
♄ Pterocarya *caucasica* C. A. Mey. Kaukaſiſcher Flügelnußbaum.

Ulmaceae.
♄ Ulmus *americāna* L., *fulva* Mchx. Amerikaniſche Rüſtern.
♄ Planera *carpinifolia* Pall.

Moraceae.
♄ Broussonetia *papyrifera* L. Papierbaum.
♄ Morus *constantinopolitāna* Lam., *rubra* L. Maulbeerbäume.

Platanaceae.
♄ Liquidambar *styraciflua* L. Amberbaum.

Ericaceae.
♄ Lyonia *floribūnda* Pursh., *mariāna* L., *parabollea* Duh., *racemōsa* L., *calyculāta* L.
♄ Menziesia *ferruginea* Sm.
♄ Clethra *acumināta* Mchx., *alnifolia* L. Scheineller.
♄ Kalmia *latifolia* L.
♄ Rhododendron *ponticum* L. Pontiſche Alpenroſe.
♄ Azalea *indica* L., *punicea* Sweet., *macronāta* Blume, *amoena* Lindl., *sinēnsis* Lodd., *pontica* L., *viscōsa* L., *arborēscens* Pursh. Azaleen.

ħ Rhodōra *canadēnsis* L. Canadiſche Azalee, Frühroſe.
Ebenacĕae.
ħ Diospȳros *lotus* L., *virginiāna* L., *Kaki* L. Lotuspflaumenbäume.
Oleacĕae.
ħ Fraxĭnus *ornus* L. Manna-Eſche.
ħ F. *americāna* L. Amerikaniſche oder Weiße Eſche.
ħ F. *pennsylvanĭca* Marsh. Pennſylvaniſche oder Rothe Eſche.
ħ F. *nigra* Marsh. Schwarze Eſche.
ħ Chionānthus *virginĭca* L. Schneeblume.
ħ Forsythĭa *viridissĭma* Lindl. und *suspēnsa* Thunb. Forſythien.
ħ Syrĭnga *persĭca* L., *rothomagēnsis* Renault, *Josikaea* Jacq., *Emŏdi* Wall. §. 350.
Scrophulariacĕae.
ħ Paulownĭa *imperiālis* Sieb et Zucc. Paulownie.
ħ Catălpa *syringaefolĭa* Sims. und *Kaempfĕri* Sieb. et Zucc. Trompetenbäume.
Rubiacĕae.
ħ Cephalānthus *occidentālis* L. Kopfblume.
Caprifoliacĕae.
ħ Lonicĕra *tatarĭca* L., *Ledebourĭi* Eschsch. Heckenkirſchen.
ħ Diervīlla *canadēnsis* Willd., D. (Weigelia) *rosĕa* Lindl.
ħ Symphoricārpus *racemōsus* Mchx. Schneebeere.

2) Nadelhölzer.

Taxinĕae.
ħ Cephalotāxus *Harringtonĭa* Forb. und *drupacea* Sieb. et Zucc. Scheineiben.
ħ Gingko *bilŏba* L. (Salisburȳa *adiantifolĭa* Sm.). Gingkobaum.
Cupressinĕae.
ħ Junipĕrus *squamāta* Ham., *horizontālis* Mnch. (*prostrāta* Pers.).
ħ J. *virginĭāna* L. Ceder-Sadebaum, virginiſche Ceder.
ħ J. *excĕlsa* Bieb. Hoher Sadebaum.
ħ ħ J. *sphaerĭca* Lindl. Rundfrüchtiger Sadebaum.
ħ ħ Cuprēssus *sempervīrens* L. Gemeine Cypreſſe.
ħ C. *thujoides* L. (Chamaecypăris *sphaeroidea* Spach.) Ceder-Cypreſſe.
ħ C. *amoena* C. Koch. (Retinospŏra *funĕbris* Sieb.).
ħ C. *nutkaēnsis* Lamb. (Chamaecypăris *n.* Spach.).
ħ C. *Lawsonĭāna* A. Murr. (Chamaecypăris *L.* Parl.).
ħ C. *oldūsa* Sieb. et Zucc. (Retinospŏra *o.* Sieb. et Zucc.).
ħ C. *pisifĕra* Sieb. et Zucc. (Retinospŏra *p.* Sieb. et Zucc.).
ħ ħ Thuja *plicāta* Donn., *gigantĕa* Nutt.
ħ Libocēdrus *decŭrrens* Torr.
ħ ħ Thujōpsis (Thuja) *dolabrāta* L.
ħ Wellingtonĭa *gigantĕa* Lindl. Wellingtonie, Mammuth-Fichte.
ħ Cryptomerĭa *japonĭca* L.
ħ Sequōja *sempervīrens* Lamb.
ħ Taxodĭum *distĭchum* L. Mexikaniſche Cypreſſe.
Abietinĕae.
ħ Abies *balsamĕa* L. Balſam-Tanne.
ħ A. *Nordmanniāna* Stev. Nordmann's Edeltanne.
ħ A. *sibĭrica* Turtsch. Sibiriſche Edeltanne.
ħ A. *cephalonĭca* Endl. Cephaloniſche Edeltanne.
ħ A. *pinsāpo* Boiss. Spaniſche Edeltanne.
ħ A. *amabĭlis* Dougl. Californiſche Edeltanne.
ħ A. *nobĭlis* Lindl. Amerikaniſche Edeltanne.
ħ A. *mariāna* Mill. Schwarze Fichte.
ħ A. *orientālis* L. Morgenländiſche Fichte.
ħ A. *americāna* Gaertn. Rothe Fichte.
ħ A. *laxa* Ehrh. Weiße Fichte.
ħ A. (Tsuga) *canadēnsis* L. Canadiſche Hemlockstanne.
ħ A. *Douglasĭi* Lindl. Douglas' Hemlockstanne.
ħ A. *Mertensiāna* Bong. Mertens' Hemlockstanne.
ħ Pinus *maritĭma* Mill. Meerſtrandskiefer.
ħ P. *pināster* Sol. Terpentinkiefer.
ħ P. *rigĭda* Mill. Pechkiefer.
ħ P. *ponderōsa* Dougl. Gelbe Kiefer.
ħ P. *Sabinēana* Dougl. Sabine's Kiefer.
ħ P. *Coulterĭ* Don. Coulter's Kiefer.
ħ P. *Lambertĭana* Dougl. Lambert's Kiefer.
ħ ħ Sciadopĭtys *verticillāta* Thunb. Schirmtanne.

Von den oben genannten einheimiſchen Holzpflanzen und den im vorſtehenden aufgezählten ausländiſchen Ziergehölzen giebt es noch folgende in der Ziergärtnerei beliebte Spielarten:

a. Trauerbäume, mit hängenden Zweigen.

Sophŏra *japonĭca pendūla*. Trauer-Sophore.
Cytīsus *labūrnum pendūla*. Trauer-Goldregen.
Caragāna *arborēscens* Lam., *pendūla*. Hängender Erbſenbaum.
Gleditschĭa *triacānthos* L., *pendūla*. Hängende Gleditſchie.
Prunus *avĭum* L. und *chamaecerāsus* Jacq. *pendūla*. Hängender Kirſchbaum.
Crataegus *oxyacāntha* und *monogўna pendūla*. Trauer-Weißdorn.
Sorbus *aucupărĭa* L. *pendūla*. Hängende Ebereſche.
Evonўmus *europaeus* L., *pendūlus*. Hängender Spindelbaum.
Populus *tremūla* L. *pendūla*. Trauer-Pappel oder Trauer-Eſpe.
Fagus *silvatĭca* L. *pendūla*. Trauer-Buche.
Carpīnus *betūlus* L. *pendūla*. Hängende Hainbuche.
Corўlus *avellāna* L. *pendūla*. Hängende Haſel.
Quercus *pedunculāta* Ehrh. *pendūla*. Hängende Eiche.
Betŭla *alba* L. *pendūla*. Trauer-Birke.
Fraxĭnus *excelsĭor pendūla*. Trauer-Eſche.
Salix *caprĕa* L. und *purpurea* L. *pendūla*. Hängende Sahlweide und Purpurweide.
Ulmus *campēstris* L., *effūsa* Willd., *montāna* Sm., *americāna* L., *pendūla*. Trauer-Ulmen.
Junipĕrus *communis* L., *pendūla*. Hängender Wachholder.

b. Geſchlitzblättrige Spielarten.

Alnus *glutinōsa* Willd. *laciniāta.* Geſchlitzblättrige Erle.
Carpinus *betūlus* L. *quercifōlia.* Eichenblättrige Hainbuche.
Corylus *avellāna* L. *foliis laciniātis.* Geſchlitzblättrige Haſelnuß.
Fagus *silvātica* L. *asplenifōlia.* Farnblättrige Buche.
F. *silvātica* L. *quercifōlia.* Eichenblättrige Buche.
Sambūcus *nigra* L. *laciniāta.* Geſchlitzblättriger Flieder.

c. Buntblättrige oder panachirte Spielarten.

Acer *negūndo* L. *foliis argentātis variegātis.* Weißbunter eſchenblättriger Ahorn.
A. *negūndo* L., *foliis aurātis variegātis.* Gelbbunter eſchenblättriger Ahorn.
Caragāna *arborēscens* Lam. *foliis variegātis.* Buntblättriger Erbſenbaum.
Crataegus *oxyacāntha* und *monogyna*, *foliis variegātis.* Geſcheckblättriger Weißdorn.
Fraxinus *excelsior* L. *aurea.* Goldeſche.
Ilex *aquifōlium* L., *foliis aurēis marginātis.* Gelbbunte Stechhülſe.
Kerria *japonica* DC. *foliis variegātis.* Buntblättrige Kerrie.
Pirus *communis* L. *foliis variegātis.* Buntblättriger Birnbaum.
Sambūcus *nigra* L. *foliis aurēis variegātis* Gelbbunter Flieder.
S. *nigra* L. *foliis lutēis.* Goldblättriger Flieder.
Ulmus *effūsa* Willd. *foliis variegātis.* Buntblättrige Ulme.
Biōta *orientālis* Endl. *aurea.* Goldfarbiger Lebensbaum.
Cuprēssus *thujoides* L. *foliis variegātis.* Buntblättrige Cypreſſe.
C. *pisifēra* Sieb. et Zucc. *aurea.* Gelbbunte Cypreſſe.
Junipērus *sabina* L. *foliis variegātis.* Buntblättriger Sadebaum.
Taxus *baccāta* L. *foliis aurēis variegātis.* Gelbbunte Eibe.

d. Rothblättrige Spielarten.

Acer *pseudoplatānus* L., *foliis purpurēis.* Purpurblättriger Bergahorn.
Berbēris *vulgāris* L. *foliis purpurēis.* Purpurblättriger Sauerdorn.
Betūla *alba* L. *foliis purpurēis.* Blutbirke.
Corylus *avellāna* L. *atropurpurea.* Blutharel.
Fagus *silvātica* L. *purpurea.* Blutbuche.

§. 351. B. Schlingpflanzen zu Lauben, Wandbekleidungen ꝛc.

Papilionaceae.
ħ Glycine (Wistaria) *chinensis* L. u. *frutescens.* Chineſiſcher Süßſtrauch.
☉*Phaseōlus *multiflōrus* L. Feuerbohne.
Aristolochiaceae.
ħ Aristolochia *sipho* L'Hér. Pfeifenſtrauch.
Anacardiaceae.
ħ Rhus *toxicodēndron* L. Giftiger Eſſigbaum.
Araliaceae.
ħ*Hedera *helix* L. Epheu.
Tropaeolaceae.
♃ ☉Tropaeolum *majus* L., *pentaphyllum etc.* Kapuzinerkreſſe.
Ampelideae.
ħ*Vitis *vinifēra* L. Echte Weinrebe.
ħ V. *labrūsca* L., *aestivālis* Mchx., *cordifolia* Mchx., *cordāta* Mchx., *heterophylla* Thunb. Amerikaniſche und aſiatiſche Weinrebenarten.
ħ Ampelōpsis *hederacea* L. Epheuartiger Jungfernwein, wilder Wein.
Celastrineae.
ħ Celāstrus *scandens* L. Kletternder Baumwürger.
Ranunculaceae.
ħ Clemātis *flammula* L., *glauca* Willd., *virginiāna* L., *viticella* L., *cylindrica* Sims., *patens* Morr. et Dne. Waldrebe.
ħ*Atragēne *alpina* L. Alpenrebe.
Menispermaceae.
Menispērmum *canadēnse* L. u. *dahuricum* DC. Canadiſcher u. ſibiriſcher Mondſamen.
Cannabineae.
♃*Humulus *lupūlus* L. Hopfen.
Asclepiadeae.
ħ Periplōca *graeca* L. Griechiſche Schlinge.
Solanaceae.
ħ*Solānum *dulcamāra* L. Bitterſüß.
ħ*Lycium *europaeum* L. Bockdorn.
Convolvulaceae.
☉Calystegia *dahurica* und *pubescens.* Dauriſche und weichhaarige Winde.
Scrophulariaceae.
♃ Maurandia *semperflōrens* Ort., *Barclayāna* Lindl. etc.
♃ Lophospērmum *scandens* Don.
Bignoniaceae.
ħ Bignonia *capreolāta* L. Rankende Bignonie.
Caprifoliaceae.
ħ*Lonicēra *periclymēnum* L. und *caprifolium* L. Geisblatt.
Compositae.
ħ Mikania *scandens* W.

C. Stauden und Einjährige als Blumenpflanzen in Gärten.

§. 352. Die beliebteſten und häufigſten enthält die nachfolgende Liſte. Die Einjährigen (☉) müſſen alljährlich neu aus Samen gezogen werden; die Stauden (♃) pflanzt man durch Wurzeln, Knollen, Zwiebeln fort, die im Winter im freien Lande bleiben oder bei empfindlicheren Pflanzen ausgenommen und trocken gelegt werden.

Papilionaceae.
☉ Lathyrus *odorātus* L. Wohlriechende Platterbſe und andere Arten.
☉ Lupinus *albus* L., *lutēus* L. *etc.* Weiße und gelbe Lupine.
♃ Erythrina *herbacea* L. und *crista galli* L.
Onagraceae.
☉*Oenothera *biennis* L. Garten-Nachtkerze.
Saxifragaceae.
♃ Saxifraga *punctāta* L. Punktirter Steinbrech.

§. 352.

Nyctaginēae.
⊙Mirabilis *Jalāppa* L. Wunderblume.
Caryophyllacēae.
2♃*Saponaria *officinālis* L. Seifenwurzel.
⊙Gypsophila *elēgans* Bieberst. Zierliches Gypskraut.
2♃G. *paniculāta* L. Rispiges Gypskraut.
2♃*Dianthus *barbātus* L., *Carthusianōrum* L. *etc.* Bartnelke, Karthäuser-Nelke.
2♃D. *plumārius* L. Federnelke.
⊙D. *chinēnsis* L. Chinesische Nelke.
2♃*Silēne *armēria* L. Garten-Leimkraut.
2♃*Lychnis *viscāria* L. Pechnelke.
2♃*L. *coronāria* L. Sammetnelke.
2♃L. *chalcedōnica* L. Jerusalemsblume, brennende Liebe.
Amarantacēae.
⊙Amarānthus *caudātus* L. Fuchsschwanz.
⊙Celosia *cristāta* L. Hahnenkamm.
⊙Gomphrēna *globōsa* L. Kugelamarant.
Violacēae.
⊙*Viōla *tricŏlor* L. Stiefmütterchen, Pensée.
Malvacēae.
2♃Althaea *rosea* L. Stockrose, **Stockmalve.**
Rutacēae.
2♃*Dictamnus *albus* L. Weißer Diptam.
Balsaminēae.
⊙Impatiens *balsamina* L. Gartenbalsamine.
Tropaeolacēae.
⊙Tropaeŏlum *majus* L. Große Kapuzinerkresse.
Papaveracēae.
⊙Papāver *somnifĕrum* L. Gartenmohn.
2♃P. *orientāle* L. Morgenländischer Mohn.
Cruciferae.
⊙Cheiránthus *cheiri* L. Goldlack.
2♃*Hesperis *matronālis* L. Matronale, **Nachtviole.**
2♃*H. *tristis.* Eigentliche Nachtviole.
⊖*Lunaria *bienn*is Mönch. Judas-Silberlinge.
⊙Ibēris *umbellāta* L. *etc.* Schleifenblume.
Ranunculacēae.
2♃*Anemōne *hepatica* L. Leberblümchen.
2♃Ranunculus *asiaticus* L. Garten-Ranunkel mit zahlreichen Spielarten.
2♃*Trollius *europaeus* L. Europäische Trollblume.
⊙Nigélla *damascēna* L. Jungfer im Grünen.
2♃*Aquilegia *vulgāris* L. Gemeine Aklei.
⊙Delphinium *Ajācis* L. Garten-Rittersporn.
2♃D. *grandiflōrum* L. *etc.* Rittersporn.
2♃Aconitum *napéllus* L. Blauer Sturmhut.
2♃Paeonia *officinālis* L. Pfingstrose.
Primulacēae.
2♃*Primula *elatior* L. Garten-Primel.
2♃*P. *auricula* L. Aurikel.
Plumbaginēae.
2♃*Armeria *vulgāris* W. *etc.* Grasnelke.
2♃Statice *latifolia* Sm. und Arten von Goniolimon, Strandnelke.
Polemoniacēae.
⊙Phlox *divaricāta* L., *Drummōndi* Hook., *corymbōsa, procúmbens* Lehm. *etc.* Flammenblume mit ihren zahlreichen Arten und Varietäten.
2♃*Polemonium *caeruléum* L. Blaues Sperrkraut.
Hydrophyllacēae.
⊙Nemophila *insignis* Lindl. Ausgezeichnete Hainblume.
Solanacēae.
⊙Petunia *nyctaginiflōra* Juss., *violacea* Lindl. *etc.* Mit ihren zahlreichen Spielarten.
⊙Datūra *fastuósa* L. Stechapfel.
Boraginēae.
2♃*Myosōtis *palústris* L. Sumpf-Vergißmeinnicht.
2♃*Omphalōdes *verna.* Männertreu.
2♃Heliotropium *peruviānum* L. Heliotrop.
Verbenacēae.
⊙Verbēna *chamaedryfolia* Juss. *etc.* Verbenen mit ihren zahlreichen Bastardarten.
Labiātae.
2♃*Lavandula *spica* L. Lavendel.
2♃Rosmarinus *officinālis* L. Rosmarin.
2♃Salvia *officinālis* L. Gemeine Salbei.
Scrophulariacēae.
2♃Calceolaria *anomāla* Pers., *hybrida, rugōsa etc.* Pantoffelblume mit ihren zahlreichen Spielarten.
2♃*Digitālis *purpurea* L. Rother Fingerhut.
⊙Antirrhinum *majus* L. Großes Löwenmaul.
2♃Pentstēmon *grandiflōrus* Fras. *etc.*
⊙Salpiglóssis *sinuāta* R. et P. *etc.* Trompetenzunge, mit zahlreichen Varietäten.
Campanulacēae.
2♃Campanula *medium* L. Garten-Glockenblume.
⊙*Prismatocārpus *speculum* DC. Gemeiner Venusspiegel.
Lobeliacēae.
⊙Lobelia-Arten.
Dipsacēae.
⊙Scabiōsa *atropurpurea* L. Dunkelpurpurrothe Skabiose.
Compositae.
⊙Aster *chinēnsis* L. Garten-Aster.
2♃*Bellis *perēnis* L. Marienblümchen.
⊙Helichrysum *bracteātum* Willd. *etc.* Strohblume.
⊙Calendula *officinālis* L. Ringelblume.
⊙Tagētes *erécta* L. und *patúla* L. Sammetblume.
⊙Helianthus *annūus* L. Gemeine Sonnenblume.
⊙Senecio *elēgans* L. Kreuzkraut.
2♃Solidāgo *canadēnsis* L., *sempervírens* L. *etc.* Goldruthe.
⊙Calliopsis *bicŏlor* Rchb. Zweifarbiges Schöngesicht und andere Arten.
⊙Zinnia *elēgans* Jacq. Schöne Zinnie.
2♃Georgina *variābilis* W. Georgine oder Dahlie.
2♃Artemisia *abrotānum* L. Eberraute.
⊙Chrysanthēmum *carinātum* Schousb., *coronárium* L. *etc.* Garten-Wucherblume.
⊙*Centaurea *cyánus* L. u. *montāna* L. Kornblume und Berg-Flockenblume.
⊙Xeranthēmum *radiātum* Lam. Papierblume.
Liliacēae.
2♃Hemerocállis *flava* L. und *fulva* L. Taglilie.
2♃Funkia *ovāta* Spr. Funkie.
2♃Tulipa *Gesneriāna* L. Gartentulpe.
2♃Fritillaria *imperiālis* L. Kaiserkrone.
2♃*Lilium *martágon* L. Türkenbund.
2♃L. *bulbíferum* L. Feuerlilie.
2♃L. *candidum* L. Weiße Lilie.
2♃L. *auratum* Lindl. Gold-Lilie.
2♃Scilla *amoena* L. Schöne Meerzwiebel.
Smilacēae.
2♃Convallaria *majālis* L. Maiblümchen.
Amaryllidēae.
2♃*Galanthus *nivālis* L. Schneeglöcklein.
2♃*Leucojum *vernum* L. Frühlings-Knotenblume.
2♃Narcissus *poéticus* L. Echte Narcisse.
2♃N. *pseudo-narcissus* L. Gelbe Narcisse.
Iridēae.
2♃Gladiólus *communis* L. Gemeiner Siegwurz.
2♃Crocus *vernus* L. Frühlings-Safran.
2♃Iris *germanica* L. Schwertlilie.

D. Dekorations- und Blattpflanzen für Gärten.

§. 353. Manche einjährige Kräuter ſowie Stauden werden wegen der Schönheit ihrer Blätter zur Zierde in Gärten kultivirt. Dieſes ſind theils hohe Pflanzen mit großen Blättern, welche als Einzelpflanzen auf Raſenplätzen oder in Gruppen Effekt machen und an die ſich auch die Ziergräſer (E.) und Zierfrüchte (F.) anreihen, theils ſind es niedrige, dicht wachſende Pflanzen, die wegen der eigenthümlichen, oft ſehr verſchiedenartigen Färbung ihrer Blätter zu Teppichbeeten oder Einfaſſungen ſich eignen. In der folgenden Liſte bedeutet G die Einzel- und Gruppenpflanzen, T die Teppichbeetpflanzen.

Araliaceae.
Aralia *papyrifera* Hook. G.
Crassulaceae.
Echeveria *metallica* Nutt. *etc.* T.
Caryophyllaceae.
Cerastium *Biebersteinii* DC. und *tomentosum* L. T.
Mesembryanthemaceae.
Mesembryanthemum-Arten. T.
Amarantaceae.
Amarantus *caudatus* W. *etc.* G.
Achyranthes-Arten. T.
Alternanthera *amabilis* Hort., *paronychioides* St. Hil. *etc.* T.
Euphorbiaceae.
Ricinus *communis* L. G.
Cannabineae.
Cannabis *sativa* L., var. *chinensis*. Rieſenhanf. G.
Solanaceae.
Solanum *marginatum* L. und *robustum* Wendl. G.
Hydroleaceae.
Wigandia *caracasana* H. B. G.
Labiatae.
Perilla *nankinensis* (Lour.). T.
Salvia *argentea* L. T.
Stachys *lanata* Jacq. T.
Compositae.
Centaurea *candidissima* Hort. T.
Cineraria *maritima* L. T.
Gnaphalium *lanatum* Hort. T.
Pyrethrum *parthenifolium* Willd., var. *aureum*. T.
Bromeliaceae.
Agave *americana* L. G.
Smilaceae.
Cordyline (Dracaena) *australis* Endl. G.

E. Ziergräſer.

§. 354. Wegen ihres hohen und ſchönen Wuchſes ſind auch folgende Gräſer zur Dekoration, beſonders als Einzelpflanzen, in Gärten beliebt.

Andropogon *argenteus* DC.
Arundo *donax* L.
Gynerium *argenteum* Nees (Arundo *Selloana* Schult.).
Gymnothrix *japonica* Kth. und *latifolia* Schult.
Erianthus *Ravennae* Beauv.
Lasiagrostis *argentea* Hort.
Panicum *maximum* Jacq. und *sulcatum* Aubl.
Pennisetum *longistylum* Hort.
*Phalaris *arundinacea* L., var. *follis variegatis*. Bandgras.
Spartina *cynosuroides* Willd.
Zea *mais* L. und *Curagua* Molin. Rieſenmais.

F. Zierfrüchte.

§. 355. Wegen ihrer großen und eigenthümlich geformten oder gefärbten und zugleich lange ſich erhaltenden Früchte werden beſonders folgende Cucurbitaceen als Zierpflanzen in Gärten empfohlen.

Benincasa *cerifera* Savi. Wachskürbis.
Coccinea *indica* W. et A.
Cucumis *prophetarum* L. Prophetengurke.
Cucurbita *melopepo* L. Melonenkürbis, Turbankürbis.
C. *verrucosa* L. Warzenkürbis.
C. *ovifera* L.
C. *macropus* A. Br.
C. *melanosperma* A. Br.
Cyclanthera *explodens* Naud.
C. *pedata* Schrad.
Lagenaria *vulgaris* Ser. Flaſchenkürbis.
Lutta *acutangula* Ser. Netzgurke.
Melothria *maderaspatana* Cogn.
Momordica *balsamina* L. Balſamapfel.
M. *elaterium* L. Bezir- oder Spritzgurke.
M. *charantia* L.
Poppia *Fabiana* C. Koch.
Sicyosperma *gracile* A. Gray.
Trichosanthes *anguina* L. (Cucumis *anguinus* L.). Schlangenfrüchtige Haarblume.
T. *colubrina* Jacq., *palmata* Roxb., *japonica* Rgl.

G. Raſenpflanzen.

§. 356. Zur Anlage von Raſenplätzen in Parks und Gartenanlagen ſind ſolche Gräſer am geeignetſten, welche weniger einen büſchelförmigen Wuchs haben, ſondern deren Rhizome mehr geſtreckte oder ſelbſt ausläuferartige kriechende Aeſte treiben und auf dieſe Weiſe zur Bildung einer gleichförmigen Raſendecke ineinandergreifen. Von den folgenden hierzu beſonders tauglichen Gräſern wird entweder eine einzelne Grasart iſolirt gewählt oder eine paſſende Miſchung derſelben verwendet.

*Alopecūrus *pratēnsis* L. Wiesenfuchsschwanzgras.
*Poa *pratēnsis* L., *triviālis* L., *fertilis* Host., *nemorālis* L. Rispengräser.
*Festūca *elatior* L., *rubra* L. Schwingelgräser.
*Lolium *perēnne* L. Englisches Raygras.
L. *italicum* L. Italienisches Raygras.

II. Topfpflanzen oder Zimmerpflanzen. §. 357.

1) Holzige Pflanzen für Töpfe und Kübel,

die weniger ihres oft immergrünen Laubes als hauptsächlich ihrer schönen oder wohlriechenden Blüten wegen gehalten werden (vergl. aber auch 3) Blattpflanzen).

Rosacĕae.
Rosa *centifolia* L. Gartenrose, Centifolie.
R. *damascēna* L. Monatsrose.
Myrtacĕae.
Myrtus *communis* L. Myrte.
Punica *granātum* L. Granatbaum.
Onagracĕae.
Fuchsia *coccinea* Ait. *etc.*, *discŏlor* Lindl. Fuchsien, mit vielen Bastarden.
Aurantiacĕae.
Citrus *medica* L. Citronenbaum.
C. *aurantium* L. Orangenbaum.
Hydrangeacĕae.
Hortensia *speciōsa* Pers. Hortensie.
Ternstroemiacĕae.
Camellia *japonica* L. Camellie.
Malvacĕae.
Abutilon-Arten.
Passifloracĕae.
Passiflōra *caerulea* L. Blaue Passionsblume.
Geraniacĕae.
Pelargonium *roseum* W., *zonāle* W., *fulgidum* Ait. *etc.* Kranichschnabel, Pelargonie.
Ericacĕae.
Azalea *indica* L. Azalee.
Rhododēndron *arbŏreum* Sm. Alpenrose.
Erica, viele Kapische Arten, Heide.
Myrsineacĕae.
Ardisia *crenulāta* Ait. Spitzenblume.
Apocynacĕae.
Nerium *oleander* L. Oleander.
Asclepiadĕae.
Hoya *carnōsa* R. Br. Porzellanblume.
Boraginĕae.
Heliotropium *peruviānum* L. Heliotrop.
Caprifoliacĕae.
Viburnum *tinus* L. Bastardlorbeer, Laurustin.

2) Stauden und Einjährige, sowie Succulenten und Zwiebelgewächse,

als schönblühende oder wohlriechende Topfpflanzen.

Caryophyllacĕae.
Dianthus *caryophyllus* L. Topfnelke, in zahlreichen Spielarten.
Amarantacĕae.
Celosia *cristāta* L. Hahnenkamm.
Cacteen oder Cactus-Gewächse.
Balsaminacĕae.
Impatiens *balsamina* L. Garten-Balsamine.
Violacĕae.
Viola *odorāta* L. Wohlriechendes Veilchen.
Resedacĕae.
Reseda *odorāta* L. Wohlriechende Reseda.
Cruciferae.
Matthiola *annua* L. und *incana* L. Sommer- und Winter-Levkoje.
Ranunculacĕae.
Anemone *coronaria* L. Anemone.
Primulacĕae.
Primula *chinensis* Lindl. Chinesische Primel.
Cyclamen *europaeum* L. und *persicum* Mill. Alpenveilchen.
Gesneriacĕae.
Gesneria-, Gloxinia- und Achimenes-Arten.
Labiātae.
Ocimum *basilicum.* L. Großes Basilienkraut.
Compositae.
Cineraria *hybrida.* W. Aschenpflanzen, mit zahlreichen Bastarden.
Chrysanthemum (Pyrethrum) *indicum* L. Indische Wucherblume.
Orchidĕae.
Cypripedium-, Cattleya-, Lycaste- *etc.* Arten.
Iridĕae.
Gladiolus *communis* L. *etc.* Siegwurz.
Crocus *vernus* L. Frühlings-Safran.
Amaryllidĕae.
Narcissus *poëticus* L. und *pseudonarcissus* L. Weiße und gelbe Narcisse, Tazette.
Amaryllis *formosissima* L. *etc.*
Crinum *scabrum* Sims. Hakenlilie.
Liliacĕae.
Hyacinthus *orientālis* L. Garten-Hyacinthe.
Tulipa *Gesneriāna* L. Gartentulpe.
Scilla *amoena* L. Schöne Meerzwiebel.
S. *maritima* L. Gemeine Meerzwiebel.
Smilacĕae.
Convallaria *majālis* L. Maiblümchen.

3) Blattpflanzen,

welche ihrer großen, schönen und dauerhaften Blätter wegen in Zimmern zur Dekoration gehalten werden.

Mimosacĕae.
Acacia *lophantha* Willd., *dealbāta* Link., *Farnesiāna* Willd., *speciōsa* Willd. etc.
Begoniacĕae.
Begonia *boliviensis* DC., *rex* Putz *etc.* Schiefblatt.
Araliacĕae.
Hedera *helix* L. Epheu.
Lauracĕae.
Laurus *nobilis* L. Lorbeerbaum.
Artocarpacĕae.
Ficus *elastica* L. Gummibaum.
Labiātae.
Coleus-Arten.
Marantacĕae.
Maranta *zebrina* Sims, *etc.*

Liliacĕae.
Aloë-Arten.
Smilacĕae etc.
Plectogўne *variegāta* Link.
Dracaena *margināta* Lam., *stricta* Sims. *etc.*
Bromeliacĕae.
Agāve *americāna* L.
Palmae.
Chamaerops *excĕlsa* Thunb. und *humĭlis* L.
Corўpha *australis* R. Br.
Latanĭa *borbonĭca* Lam. (Livistonĭa *chinēnsis* R. Br.).
Chamaedorĕa *elĕgans* Mart. *etc.*
Phoenix *reclināta* Jacq., *silvĕstris* Roxb.
Cocos *flexuōsa* Mart.
Pandanacĕae.
Pandānus *utĭlis* Bory, *furcātus* Roxb. *etc.*

Aroidĕae.
Monstĕra *delicĭosa* Liebm. (Philodĕndron *pertūsum* Kth.).
Calla *aethiopĭca* L.
Anthurĭum-Arten, beſonders A. *Scherzerianum.*
Filices.
Pteris *serrulāta* L. Saumfarn.
Polypodĭum *aurĕum* L. Goldfarn.
Adiantum *assimĭle* Sw. (*aethiopĭcum* L.).
Blechnum *brasilĭense* Desv.
Selaginellĕae.
Selaginĕlla *Kraussiāna* Kze., *apus* Spring., *erythrōpus* Spring., *Mertensii* Spring., *laevigāta* Spring.

4) Ampelpflanzen.

Zu Hängeampeln und ähnlichen Dekorationen ſind geeignet:

Saxifragacĕae.
Saxifrāga *sarmentōsa* L.
Crassulacĕae.
Sedum *Siebōldi* Hort.
Araliacĕae.
Hedĕra *helix* L. Epheu.
Cactacĕae.
Cerĕus *flagellifōrmis* Mill. u. *serpentĭnus* Lag.
Balsaminacĕae.
Balsamĭna *repens* Hort.
Tropaeolacĕae.
Tropaeŏlum *Lobbiānum* Hook.
Ampelidĕae.
Cissus *discŏlor* und *antarctĭca* Vent.
Artocarpacĕae.
Ficus *stipulāta* Thunb.
Apocynacĕae.
Vinca *major* L. und *minor* L.
Boraginĕae.
Heliotropĭum *peruvĭānum* L., Varietäten mit hängenden Zweigen.

Scrophulariacĕae.
*Linarĭa *cymbalarĭa* L. Cymbelkraut.
Torenĭa *asiatĭca* L.
Campanulacĕae.
Campanŭla *fragĭlis* Cyrill.
Compositae.
Mikanĭa *scandens* W. und *fragrans.*
Liliacĕae.
Chlorophўtum *Sternbergiānum* Steud. Grünlilie.
Commelynacĕae.
Tradescantĭa *discŏlor* L'Hér., *virĭdis* und *zebrĭna* Hort.
Cyperacĕae.
Isolēpis *gracĭlis* Nees. Zart-Ried.
Selaginĕlla-Arten ☞ 3.
Filices.
Lygodĭum *volubĭle* Sw., *flexuōsum* Sm., *palmātum* Sw.

§. 358. I. Pflanzen zu Kränzen.

Myrtacĕae.
Myrtus *communis* L. Gemeine Myrte zu Myrtenkränzen.
Araliacĕae.
*Hedĕra *helix* L. Epheu.
Aquifoliacĕae.
*Ilex *aquifŏlium* L. Rothe Beeren der Stecheiche.
Caryophyllacĕae.
*Agrostĕmma *githāgo* L. Kornraden.
Lauracĕae.
Laurus *nobĭlis* L. Lorbeer.
Boraginĕae.
*Myosōtis *palūstris* L. Sumpf-Vergißmeinnicht.

Caprifoliacĕae.
*Sambūcus *nigra* L. Der Markkörper wird in Schleifen gelegt.
Compositae.
*Centaurĕa *cўanus* L. Blaue Flockenblume.
Musci.
*Hypnum *triquētrum* L. Dreiſeitiges Aſtmoos. Man verfertigt daraus die beliebteſten Mooskränze.
Lichēnes.
Cladonĭa *rangiferĭna* Hoffm. Stückchen von Rennthiermoos zur Verzierung.
C. *coccifĕra* Flk. Scharlachflechte, Scharlachmoos, Feuerkraut.
Außerdem Immortellen ☞ K.

K. Immortellen und andere Pflanzen zu Bouquets

(Winterbouquets, Vaſenbouquets, Makartbouquets ꝛc.).

§. 359. Zu friſchen Bouquets können faſt alle lebenden Blumen und Blätter verwendet werden, wenn es mehr auf Schönheit, denn auf lange Dauer des Bouquets ankommt. Solche von größerer Dauerhaftigkeit, wie man ſie in Vaſen ꝛc. zum Zimmerſchmuck für längere Zeit benutzen will, müſſen von Blüten und Pflanzentheilen angefertigt werden, die auch im trocknen Zuſtande ihre Form, Farbe und ſchönes Ausſehen behalten. Dahin gehören beſonders die ſogen. Immortellen, d. ſ. meiſt köpfchenförmige Blütenſtände mit ſcariöſen (§. 23.), farbigen Hüll-

blättern, ferner die Inflorescenzen der meiſten Gräſer, ſowie allerhand harte und ſteife Blätter, beſonders von Gräſern, Cyperaceen, Palmen ꝛc. Da die grüne Farbe dieſer Theile wegen der leichten Zerſetzbarkeit des Chlorophylls am Lichte bald bleicht oder mißfarbig wird, ſo kann man den Theilen künſtlich andere Farben geben, indem man ſie entweder durch Aufhängen in Schwefeldampf bleicht, oder künſtlich grün, violett ꝛc. färbt.

Caryophyllacĕae.
Gypsophĭla *paniculāta* L.
Amarantacĕae.
Gomphrēna *globōsa* L.
Compositae.
Helichrȳsum *arenarĭum* L., *orientāle* L., *leucocephălum* Boiss., *bracteātum* Willd. Strohblumen.
Gnaphalium *leontopodĭum* Jacq. Edelweiß.
Heliptĕrum *corymbiflōrum* Schlecht.
Ammobĭum *alātum* R. Br.
Athanasia *annūa* L.
Rhodānthe *Manglesĭi* Lindl. et Hook. Roſenblume.
Xeranthĕmum *radiātum* Lam. und *erĕctum* Presl. Papierblume.
Plumbaginĕae.
Statice *latifŏlia* Sm. Strandnelke.
Graminĕae.
Phragmītes *communis* Trin.
Gynerium *argentĕum* Nees (Arundo *Sellōana* Schult.).
Eriānthus *Ravennae* Beauv.
Andropōgon *argentĕus* DC.
Lasiagrōstis *argentĕa* Hort.
Agrōstis *pulchĕlla* Kunth., *nebulōsa*, *minutiflōra* *etc.*
Stipa *pennāta* L. und *elegantissĭma* Lab.
Pennisĕtum *longistȳlum* Hort.
Lamarckia *aurĕa* Moench. (Chrysūrus *cynosuroīdes* Pers.).
Melica *ciliāta* L.
Lagūrus *ovātus* L.
Briza *media* L., *maxĭma* L. *etc.*
Eragrōstis-Arten.
Poa *amabĭlis* L.
Hordĕum *jubātum* L.
Ceratochlŏa *pendŭla* Schrad. (Bromus *Schradĕri* Kunth.).

L. Pflanzen für Zimmer-Aquarien. §. 360.

*Myriophȳllum. Tauſendblatt.
*Callitrĭche. Waſſerſtern.
*Ceratophȳllum. Hornkraut.
Vallisnĕria *spirālis* L. Schraubige Vallisnerie.
*Hydrochăris *morsus ranae* L. Froſchbiß.
*Lemna. Waſſerlinſen.
*Elodĕa *canadēnsis* Rich. Waſſerpeſt.
Selaginella-Arten. Zur Bekleidung der Aquarien außerhalb des Waſſers.

M. Heraldiſche Pflanzen (auf Wappen und Fahnen). §. 361.

Oxălis *acetosĕlla*, ſpäter Trifolium für Irland.
Rosa für England.
Cardŭus für Schottland.
Coffĕa *arabĭca*, Kaffeebaum für Coſtarica.
Opuntĭa für Mexiko.
Lilium für Frankreich.
Cinchŏna, Chinabaum, für Peru.

XXIV. Arzneipflanzen.

§. 362. Diejenigen Pflanzen, welche wegen ihrer wirklichen oder vermeintlichen Heilkraft zur Bereitung von Arzneimitteln dienen oder früher gedient haben, werden Arzneipflanzen oder officinelle Pflanzen genannt. Ihre Zahl iſt eine außerordentlich große, und ſie vergrößert ſich noch weiter, wenigſtens inſofern als wir auch immer mehr Kenntniß von der arzneilichen Verwendung ausländiſcher Pflanzen bei den Eingeborenen ihrer Heimatländer erhalten. Dagegen iſt die Zahl der auf dieſe Weiſe wirklich in unſern Arzneiſchatz neu aufgenommenen Pflanzen eine weit geringere als derjenigen, welche früher officinell waren und jetzt aus demſelben geſtrichen worden ſind, die ſogen. obſoleten Pflanzen. Denn die neueſte Pharmacopoea germanĭca, Ed. altera, 1883, weiſt noch nicht 200 Pflanzen auf. Dieſelben ſind in der nachfolgenden Liſte durch ein ihrem Namen vorgeſetztes ! bezeichnet. Von den obſoleten Pflanzen haben nur diejenigen eine Stelle gefunden, welche bis in die neuere Zeit noch officinell waren oder als Haus- und Volksmittel oder aus ſonſt einem Grunde noch ein gewiſſes Intereſſe beanſpruchen. Auch ſind hier die bemerkenswertheſten derjenigen Pflanzen genannt, welche in ihrer Heimat bei den Eingeborenen eine wichtige arzneiliche Rolle ſpielen. Und endlich ſind auch einige Pflanzen angeführt, die nicht gerade Arzneipflanzen ſind, deren Nutzanwendung ſie aber doch beſſer hier als an einer anderen Stelle Platz finden läßt, wie z. B. die inſektenvertreibenden Mittel.

Die mediciniſche Wirkung der Arzneipflanzen beruht auf dem Vorhandenſein gewiſſer vegetabiliſcher Stoffe in denſelben, welche die Träger dieſer Wirkung ſind. Wo dieſes wirkſame Prinzip genau bekannt und aus der Pflanze darſtellbar iſt,

§. 362. wird deshalb wohl auch dieſes anſtatt der Pflanze verwendet, wie das Chinin aus der Chinarinde, das Morphium aus dem Milchſafte des Mohns ꝛc. Auf die Art der Wirkung der Arzneipflanzen beziehen ſich folgende Bezeichnungen: 1) **Brechmittel** (Emetĭca[1]), 2) **Abführungsmittel**, die man nach dem Grade ihrer Wirkung in gelinde oder **Digestiva**[2] und ſtarke oder **Purgantia**[3], **Purgirmittel** unterſcheidet, 3) **Schweißtreibende Mittel** (**Diaphoretĭca**[4]), 4) **Urintreibende Mittel** (**Diuretĭca**[5]), 5) **Speichelerregende Mittel** (**Sialagōga**[6]), 6) **Nieſenerregende Mittel** (**Sternutatoria**[7]), 7) **Blähungtreibende Mittel** (**Carminativa**[8]), 8) **Menſtruationsbefördernde Mittel** (**Emmenagōga**[9]), 9) **Wurmtreibende Mittel** (**Anthelmintĭca**[10]), 10) **Kühlende Mittel** (**Refrigerantia**[11]), 11) **Einhüllende Mittel** (**Involventia**[12]), 12) **Zuſammenziehende Mittel** (**Adstringentia**[13]), 13) **Stärkende Mittel** (**Tonĭca**[14] oder **Roborantia**[15]), 14) **Herzſtärkende Mittel** (**Cardiăca**[16]), 15) **Geſchlechtstrieberregende Mittel** (**Aphrodisiăca**[17]), 16) **Hautreizende und blaſenziehende Mittel** (**Epispastĭca**[18] und **Vesicantia**[19]), 17) **Krampfſtillende Mittel** (**Antispastĭca**[20]), 18) **Schlafmittel und betäubende Mittel** (**Narcotĭca**[21]), 19) **Erweichende Mittel** (**Emollientia**[22]), 20) **Auflöſende Mittel** (**Resolventia**[23]), 21) **Fäulnißwidrige oder Antiſeptiſche Mittel** (**Antiseptĭca**[24]); außerdem bezeichnet man wohl auch manche Arzneipflanzen, je nachdem ſie als Specifikum gegen dieſe oder jene Krankheit dienen, als Fiebermittel, antiſkorbutiſche Mittel (Antiscorbutĭca), antiſyphilitiſche Mittel (Antisyphilitĭca) ꝛc.

In der Arzneimittellehre ſind für die officinellen vegetabiliſchen Droguen ſeit langer Zeit eigene lateiniſche Bezeichnungen gebräuchlich, in denen der botaniſche Name der Pflanze meiſt nicht vollſtändig oder ungenau ausgedrückt iſt oder die wohl auch gänzlich von demſelben verſchieden ſind. In der folgenden Liſte ſind dieſe Benennungen hinter jeder Arzneipflanze angegeben.

Mimosacĕae.
! Acacĭa-Arten (☞ §. 339.). **Gummi arabĭcum.** Einhüllendes Mittel. Tropiſches Afrika.
A. *catĕchu* Willd. **Catechu.** Adſtringens. Oſtindien.

Caesalpiniacĕae.
! Cassĭa *angustifŏlia* Vahl. und *acutifŏlia* Nees. Blätter. **Sennesblätter, Folĭa sennae.** Abführmittel. Afrika.
! Copaïfĕra *multijŭga* Hayne u. andere Arten. **Copaivabalſam, Balsămum copaïvae.** Tropiſches Amerika.
Hymenaea- und Trachyloblum-Arten. **Copalbarz.** Tropiſches Amerika.
Ceratonĭa *siliqua* L. Früchte. **Johannisbrot, Siliquae dulces.** Einhüllendes Mittel. Mittelmeerländer.
! Tamarīndus *indĭca* L. Früchte. **Tamarindenmus, Pulpa tamarindōrum.** Abführmittel. Tropen.
Haematoxўlum *campechiānum* L. **Campecheholz, Lignum campechiānum.** Färbemittel. Weſtindien.
Caesalpinĭa *echinăta* Lam. etc. **Fernambukholz.** Färbemittel. Braſilien.
Andīra *Araroba* Aguiar. Das gepulverte Holz **Araroba.** Gegen Hautkrankheiten. Braſilien.
Diptĕryx *odoräta* Willd. Samen. **Tonkabohnen.** Schweißtreibendes Mittel. Braſilien.

Papilionacĕae.
! *Ononis *spinōsa* L. Hauhechel. Wurzel, **Radix ononĭdis spinōsae.** Diureticum.
! *Trigonella *foenum graecum* L. Bockshornklee. Samen, **Semina foeni graeci.** Zertheilendes Mittel.
! *Melilōtus *officinālis* Willd. Honigklee. Kraut und Blüten, **Herba et flores melilōti.** Zertheilendes Mittel.

1) Von emĕre erbrechen. 2) von digerĕre vertheilen, verdauen. 3) von purgāre reinigen, abführen. 4) von διαφορέω vertheilen, verdauen, verdunſten. 5) διουρητικός auf den Harn (οὖρον) wirkend. 6) zuſammengeſetzt aus σίαλον Speichel und ἀγωγός wegführend. 7) von sternuĕre oder sternutāre nieſen. 8) von carmen Ton. 9) zuſammengeſetzt aus ἐμμήνια monatliche Reinigung und ἀγωγός wegführend. 10) zuſammengeſetzt aus ἀντί gegen und ἕλμινς Wurm. 11) von refrigerāre erfriſchen. 12) von involvĕre einhüllen. 13) von adstringĕre zuſammenziehen. 14) zur Spannkraft (τόνος) gehörig. 15) von roborāre ſtärken. 16) καρδιακός zum Herzen (καρδία) gehörig. 17) von ἀφροδίσια, zur Aphrodite gehörige Dinge, Liebesgenuß. 18) ἐπισπαστικός aufziehend, von ἐπισπάω herbeiziehen. 19) von vesīca Blaſe. 20) ἀντισπαστικός gegenziehend, ablenkend, von ἀντισπάω dagegen ziehen. 21) ναρκωτικός betäubend, von ναρκάω ſtarr werden, gelähmt werden. 22) emollīre erweichen, von mollis weich. 23) resolvĕre auflöſen. 24) zuſammengeſetzt aus ἀντί gegen und σήπω faul machen, σήπομαι verfaulen.

!Glycyrrhīza *glabra* L. und *echināta* L. Wurzel. Süßholz, Radix liquiritiae und Succus liquiritiae. Schleimlösendes Mittel. Mittelmeergebiet.

Physostigma *venenōsum* Balf. Samen. Calabarbohnen. Pupillen kontrahirendes und nervenlähmendes Mittel gegen Neuralgien, Epilepsie ꝛc. Guinea.

!Astragălus-Arten (☞ §. 339.). Traganthgummi. Einhüllendes Mittel. Orient.

!Myroxўlon *sonsonatēnse* Kotzsch. Perubalsam, Balsămum peruviānum. Aeußerliches Mittel gegen Hautkrankheiten. Südamerika.

Pterocărpus *marsupium* Mart. Kino. Adstringens. Malabar.

Indigofēra *tinctoria* L. etc. Indigo. Tropen.

Amygdalacēae.

*Prunus *spinōsa* L. Schwarzdorn. Blüten. Schlehenblüten. Blutreinigendes Mittel.

P. *laurocerāsus* L. Kirschlorbeer. Blätter, Folla laurocerāsi. Beruhigendes Mittel. Orient.

!Amygdălus *communis* L., var. *dulcis*. Süße Mandeln, Amygdălae dulces. Einhüllendes, reizmilderndes Mittel.

!A. *communis* L., var. *amāra*. Bittere Mandeln, Amygdălae amārae, und das Oel beider.

Pomacēae.

*Cydonia *vulgāris* L. Quitte. Samen, Semĭna cydoniōrum. Der Schleim als einhüllendes Mittel.

Rosacēae.

!*Rosa *centifolia* L. Gartenrose und andere Arten. Blumenblätter, Flores rosārum und Rosenöl.

Rubus *idaeus* L. Himbeeren. Früchte, Baccae rubi idaei. Kühlendes und geschmackverbesserndes Mittel.

!*Tormentilla *erecta* L. Heidecker. Wurzelstock, Radix tormentillae. Adstringens.

*Geum *urbānum* L. Wurzel, Radix caryophyllātae. Stärkendes Mittel.

!Brayēra *anthelminthica* Kunth. (Hagenia *abyssinica* Willd.). Blüten, Flores Kusso. Wurmvertreibendes Mittel. Abyssinien.

Myrtacēae.

!Caryophўllus *aromaticus* L. Blütenknospen. Gewürznelken, Caryophўlli aromatici und das ätherische Oel, Oleum caryophyllōrum. Reizendes und erhitzendes Mittel. Tropen.

Myrtus *pimenta* L. (Pimenta *officinālis* Berg.) Piment oder Nelkenpfeffer, Semen amōmi oder Fructus pimēntae. Wirkung der vorigen. Westindien.

!Melaleuca *minor* Sm. und *leucadendron* L. Cajeputöl, Oleum cajeputi. Urin- und schweißtreibendes und krampfstillendes Mittel. Ostindien.

!Punica *granātum* L. Granatapfel. Zweig- und Wurzelrinde, Cortex radicis granāti, sowie Blüten, Flores granāti und Granatäpfelrinde, Cortex granatōrum. Bandwurmmittel. Mittelmeerländer.

Santalacēae.

Santălum *album* L. Sandelbaum. Das Holz, Sandelholz, Lignum santăli album et citrīnum. Herzstärkendes und diaphoretisches Mittel. Ostindien. §. 362.

Nyssa *aquatica* L. und N. *biflora* Mchx. Holz zu Quellstiften für chirurgische Zwecke. Florida.

Thymelaeacēae.

*Daphne *mezerēum* L. Seidelbast. Rinde, Cortex mezerēi. Blasenziehendes Mittel.

Aristolochiacēae.

*Asărum *europaeum* L. Haselwurz. Der Wurzelstock, Radix asări. Brechmittel.

Aristolochia *serpentaria* L. Der Wurzelstock. Schlangenwurzel, Radix serpentariae virginiānae. Tonisches Mittel. Nordamerika.

Loranthacēae.

*Viscum *album* L. Mistel. Die Stengel und Blätter. Viscum album. Krampfstillendes Mittel.

Umbellifĕrae.

!*Archangelica *officinālis* Hoffm. Engelwurz. Wurzel, Radix angelicae. Verdauung beförderndes Mittel.

!*Carum *carvi* L. Kümmel, Früchte, Semĭna carvi, u. Kümmelöl, Oleum carvi. Verdauung beförderndes, Blähungtreibendes Mittel.

!*Conium *maculātum* L. Gefleckter Schierling. Kraut, Herba conii maculāti und Früchte, Semĭna cicūtae. Tonisches Mittel.

*Coriandrum *sativum* L. Coriander. Früchte, Semĭna coriandri. Blähungtreibendes Mittel.

!*Foeniculum *officināle* L. Fenchel. Samen, Semĭna foenicŭli und Fenchelöl, Oleum foenicŭli. Blähungtreibendes u. äußerliches mildes Mittel.

!*Imperatoria *ostruthium* L. Meisterwurz. Wurzel. Radix imperatoriae. Verdauung beförderndes Mittel.

!*Levisticum *officināle* Koch. Liebstöckel. Wurzel, Radix levistici. Diureticum.

!*Phellandrium *aquaticum* L. Wasserfenchel. Früchte, Semĭna phellandrii. Diureticum. Gegen Lungenkrankheiten.

*Petroselinum *sativum* Hoffm. Petersilie. Wurzel, Kraut und Samen, Radix Herba et Semĭna petroselini. Diureticum.

!*Pimpinella *saxifraga* L. und *magna* L. Bibernell. Wurzel, Radix pimpinellae. Verdauung beförderndes Mittel.

!*P. *anīsum* L. Anis. Früchte, Semĭna anisi vulgāris u. Anisöl, Oleum anisi. Blähung treibendes Mittel.

!Dorēma *ammoniacum* Don. Gummiharz. Ammoniakum, Gummi ammoniăcum. Krampfstillendes Mittel. Persien.

!Ferula *galbaniflua* und *rubricaulis* Boiss. Gummiharz. Galbanum, Gummi galbănum. Verdauung beförderndes und äußerliches Mittel. Persien.

!F. *scorodosma* und *narthex*. Gummiharz, Asa foetida. Krampfstillendes Mittel. Persien.

Araliacēae.

Panax *ginseng* C. A. Meyer. Wurzel, Ginsengwurzel, Radix Ginseng. Magenstärkendes Mittel. China

§. 362. Caryophyllacĕae.
*Saponaria *officinālis* L. Seifenkraut. Wurzel, Radix saponariae. Gegen Verſchleimungen.
Chenopodiacĕae.
Chenopodium *ambrosioïdes* L. Kraut, Herba chenopodii ambrosioïdes. Reizmittel bei Verdauungsſtörungen. Mexiko.
Polygonacĕae.
!Rheum-Arten, beſonders Rh. *officināle*, *undulātum* L., *rhaponticum* L., *palmātum* L., *Emōdi* Wall. Wurzelſtöcke. Rhabarber, Radix rhei. Toniſch-abſtringirendes, magenſtärkendes Mittel. Oſtaſien.
Turneracĕae.
Turnĕra *aphrodisiāca* Ward. Blätter. Damiana. Aphrodiſiacum. Mexiko.
Violacĕae.
*Viŏla *odorāta* L. Wohlriechendes Veilchen. Blüten, Flores viŏlae odorātae, zur Bereitung des Veilchenſyrup. Gegen Huſten ꝛc.
!*V. *tricŏlor* L. Stiefmütterchen. Kraut, Herba jacĕae v. viŏlae tricolōris. Gegen Hautkrankheiten.
Cistacĕae.
Cistus-Arten. Harz. Ladanum, Resina v. Gummi Ladānum. Abſtringens. Mittelmeerländer
Dipterocarpacĕae.
!Hopĕa *micrāntha* Vriese und *splendida* Vriese. Harz. Dammarharz. Singapore.
Ternstroemiacĕae.
Thea *virĭdis* L., *nigra* L., *Bohea* L. etc. Blätter. Chineſiſcher Thee. Schwach abſtringirendes, diätetiſches Mittel. China.
Clusiacĕae.
!Garcinia *morĕlla* Desr. und andere Arten. Gummiharz. Gummi Gutti. Purgirmittel. Oſtindien.
Tiliacĕae.
!*Tilia *parvifŏlia* Ehrh. und *grandifŏlia* L. Linden. Blüten. Lindenblüten, Flores tiliae. Schweißtreibendes Mittel.
Sterculiacĕae.
!Theobroma *cacāo* L. Samen. Cacaobohnen, Semina Cacāo. Liefern Cacao und Chocolade als nährendes Mittel, und das Cacaoöl, Oleum s. Butyrum Cacāo, zu Salben.
Malvacĕae.
*Althaea *rosĕa* L. Stockroſe. Blüten, Flores malvae arborĕae. Schleimiges, ſchwach abſtringirendes Mittel.
!*A. *officinālis* L. Eibiſch. Wurzelſtock, Radix althaeae. Einhüllendes Mittel.
!*Malva *silvĕstris* L. Wilde Malve. Blätter und Blüten. Folia et Flores malvae vulgāris. Gegen Rachenentzündungen.
!Gossypium-Arten (☞ §. 334.). Samenhaare. Baumwolle, Lana gossypina. Verbandmittel. Heiße Zone.
Linacĕae.
!*Linum *usitatissimum* L. Lein. Samen. Leinſamen, Semen lini, einhüllendes Mittel, und Leinöl, Oleum Lini. Digestivum und äußerliches Mittel.
Zygophyllacĕae.
!Guajacum *officināle* L. Guajakholz, Lignum guajāci. Reizendes, Abſonderungen vermehrendes Mittel. Weſtindien.
Simarubacĕae.
!Quassia *amāra* L. Holz und Rinde, Lignum et Cortex ligni quassiae. Magen und Verdauung ſtärkendes Mittel. Tropiſches Amerika.
Simarūba *officinālis* DC. Rinde. Ruhrrinde, Cortex simarūbae. Gegen Diarrhöen. Tropiſches Amerika.
Anacardiacĕae.
Rhus *toxicodēndron* L. Giftſumach. Blätter, Folia rhoïs toxicodēndri. Gegen Rheumatismen.
Rh. *semialāta* Murr. Chineſiſche Gallen, Gallae chinēnses. Abſtringens. China.
Pistacia *lentiscus* L. Harz. Maſtix, Mastiche in lacrymis. Gegen Rheumatismen, Gicht ꝛc. Joniſche Inſeln.
Anacardium *occidentāle* Gärtn. und *orientāle* L. Früchte. Elephantenläuſe, Semina anacardii occidentālis. Scharfes, blaſenziehendes Mittel. Tropen.
Burseracĕae.
!Balsamodendron *myrrha* Ehrenb. Gummiharz. Myrrhe. Austrocknendes, zuſammenziehendes Mittel gegen Verſchleimung, träge Verdauung und zum Räuchern. Arabien.
Icica-Arten, beſonders I. *Abilo*, Luzon und I. *icicariba* DC. und andere Arten. Gummiharz. Elemi, Gummi s. Resina Elēmi. Aeußerlich gegen Wunden und Geſchwüre. Braſilien.
Boswellia *sacra* Flück. Weihrauchbaum. Gummiharz, Weihrauch, Olibanum, Gummi Olibānum. Gegen Gicht ꝛc. Arabien, Oſtafrika.
Rutacĕae.
*Ruta *graveŏlens* L. Weinraute. Kraut, Folia rutae hortēnsis. Verdauung ſtärkendes Mittel und Emmenagogum.
Diosmacĕae.
Barōsma- und Empleurum-Arten. Blätter, Buccoblätter, Folia Bucco. Diureticum. Südafrika.
!Pilocarpus *pennatifŏlius* Lemaire. Wahrſcheinlich noch verſchiedene andere Pflanzen. Blätter, Folia Jaborāndi Diaphoreticum, Diureticum. Tropiſches Amerika.
Galipĕa *officinālis* Hancock. Rinde. Angoſturarinde, Cortex angustūrae verus. Fiebermittel. Tropiſches Amerika.
Aurantiacĕae.
!Citrus *aurantium* Risso. Pomeranzenblütenöl, Oleum florum aurantii. Die reifen Pomeranzenſchalen, Cortex fructus aurantii, und die unreifen Pomeranzen, Fructus aurantii immatūri. Verdauung beförderndes Mittel. Südeuropa, Orient.
!C. *limonium* Risso. Limone. Citronenöl, Oleum citri, aus den Früchten, und die Fruchtſchalen, Cortex fructus citri. Geſchmack verbeſſerndes und Verdauung beförderndes Mittel. Südeuropa, Orient.
Sapindacĕae.
Paullinia *sorbĭlis* Mart. Aus den gepulverten Samen die Guarana, Pasta

guaräna. Tonisches, adstringirendes und nährendes Mittel. Brasilien.

Erythroxylacĕae.

Erythroxylon *coca* Lam. Blätter. Cocablätter, Folia Coca. Verdauung stärkendes Mittel. Südamerika.

Polygalacĕae.

*Polygăla *amāra* L. Bitteres Kreuzkraut. Kraut, Herba polygălae amārae. Reizend-tonisches Mittel.

!P. *senĕga* L. Wurzel. Sennegawurzel, Radix senĕgae. Schweiß- u. harntreibendes und tonisches Mittel. Nordamerika.

!Kramĕria *triāndra* L. Wurzel. Ratanhiawurzel, Radix ratanhiae. Adstringens. Peru.

Rhamnacĕae.

!*Rhamnus *frangŭla* L. Faulbaum. Rinde, Cortex rhamni frangŭlae. Abführmittel.

!*Rh. *catharctica* L. Kreuzdorn. Früchte, Baccae spinae cervinae. Abführmittel.

Colubrīna *reclinăta* Rich. Rinde. Madirinde. Gegen Verdauungsstörungen. Porto Rico.

Ampelidĕae.

!*Vitis *vinifĕra* L. Weinstock. Wein. Stärkendes Mittel.

Euphorbiacĕae.

!Euphorbĭa *resinifĕra* Berg. und andere Arten. Das Gummiharz. Euphorbium. Gummi s. Resīna euphorbii. Purgirendes und blasenziehendes Mittel. Afrika.

!Ricĭnus *communis* L. Die Samen. Ricinuskörner, Semĭna ricĭni vulgāris, und das Oel derselben, Ricinusöl, Oleum ricĭni. Purgirmittel.

!Croton *tiglĭum* L. Purgirkroton. Die Samen. Purgirkörner, Grana tiglii, und das Oel derselben, Kroton-Oel, Oleum crotŏnis. Purgirmittel. Ostindien.

!C. *Eluteria* Benett. Rinde. Cascarillarinde, Cortex cascarillae. Reizend stärkendes Mittel. Westindien.

!Rottlĕra *tinctoria* Roxb. Drüsen und Sternhaare der Früchte, Kamala. Bandwurmmittel. Tropisches Asien und Afrika.

Cruciferae.

!*Cochlearĭa *officinālis* L. Löffelkraut. Das Kraut, Herba cochlearĭae. Antiscorbuticum.

!*Sinăpis (Brassica) *nigra* L. Schwarzer Senf. Samen, Senfkörner, Semen sinăpis, und das ätherische Oel derselben, Senföl, Oleum sinăpis. Verdauung stärkendes, reizendes und blasenziehendes Mittel.

Papaveracĕae.

!Papāver *somnifĕrum* L. Gartenmohn. Samen, Semen papavĕris albi, und deren Oele, Mohnöl, Oleum papavĕris albi. Die unreifen Mohnköpfe, Fructus papavĕris immatūri, und das Opium, als narkotisches schlafmachendes Mittel, sowie gegen Diarrhoe, Cholera ꝛc.

*P. *rhoeas* L. Klatschmohn. Blüten, zur Darstellung des Syrupus papavĕris rhoeădis. Einhüllendes beruhigendes Mittel.

*Chelidonĭum *majus* L. Schöllkraut. Das Kraut, Herba chelidonii. Erregendes Mittel gegen Stockungen der Unterleibsorgane. §. 362.

Fumariacĕae.

*Fumarĭa *officinālis* L. Erdrauch. Das Kraut, Herba fumarĭae. Tonisch auflösendes Mittel.

Ranunculacĕae.

!*Aconĭtum *napĕllus* L. Blauer Eisenhut. Das Kraut und der Wurzelstock, Herba et Radix aconiti. Scharf narkotisches Mittel gegen Gicht, Rheumatismus ꝛc.

*Pulsatĭlla *pratensis* L. Kleine Küchenschelle. Das Kraut, Herba pulsatillae. Scharf narkotisches Mittel.

*Helleborus *viridis* L. Nieswurz. Wurzelstock, Radix helleborĭ nigri. Brechmittel und Purgirmittel.

*Nigĕlla *sativa* L. Gemeiner Schwarzkümmel. Früchte, Semĭna nigĕllae. Blähung treibendes und diuretisches Mittel.

*Paeonĭa *officinālis* L. Gichtrose. Wurzelstock, Radix paeonĭae. Gegen Epilepsie und Krämpfe.

Berberidĕae.

Podophўllum *peltātum* L. Die Wurzel, Radix podophўlli, liefert das officinelle Podophyllin. Abführmittel und Brechmittel. Nordamerika.

Menispermacĕae.

!Jatrorhiza *colŭmba* Miers (Menispĕrmum *colŭmba* Roxb.). Wurzel, Columbowurzel, Radix Colŭmbo. Verdauung beförderndes Mittel. Afrika.

Anamirta *cocculus* Wight. Früchte, Kokkelskörner, Coccŭli indici s. piscatorii. Narkotisches Mittel, äußerlich gegen Ungeziefer. Ostindien.

Chondodendron *tomentōsum* R. et P. (Cocculus *chondodendron* DC.). Wurzel, Radix Pareirae bravae. Gegen Krankheiten der Harnorgane. Brasilien.

Lauracĕae.

!Cinnamōmum *ceylanĭcum* Breyn. und *aromatĭcum* Nees. Rinde. Zimmet, Cortex cinnamōmi. Aromatisch erregendes und tonisches Mittel. Ostindien, China.

!Laurus *nobĭlis* L. Lorbeerbaum. Blätter und Beeren, Folia et Baccae lauri. Aromatisch erregendes Mittel. Mittelmeerländer.

!Camphŏra *officinālis* Nees. Kampherbaum. Kampher. Nervenerregendes Mittel. Ostasien.

!Sassafras *officinālis* Nees. Wurzel und Holz, Sassafrasholz, Lignum Sassafras. Gegen Rheumatismus, Gicht ꝛc. Nordamerika.

Monimiacĕae.

Peumus *Boldus* Mol. Boldobaum. Blätter. Boldoblätter. Gegen Leberkrankheiten. Chile.

Salicinĕae.

*Salix *fragĭlis* L., *pentāndra* L. und *alba* L. Bruch-, fünfmännige und weiße Weide. Rinde. Cortex salicis. Adstringens.

*Populus *nigra* L. Schwarzpappel. Blattknospen, Gemmae popŭli. Diuretisches Mittel.

Artocarpacĕae.

Ficus *carĭca* L. Feigenbaum. Fruchtstände, Feigen, Carĭcae. Erweichendes Mittel. Orient.

§. 362. Ulmacĕae.
*Ulmus *campestris* L. Ulme. Rinde, Cortex ulmi interior. Adſtringirendes und toniſches Mittel.

Cannabinĕae.
!*Cannăbis *sativa* L. Hanf. Die Samen, Semina cannăbis, u. das Oel derſelben, Hanföl, als reizmilderndes Mittel, und das Kraut, Haſchiſch der Araber, von der Wirkung des Opiums.
!*Humŭlus *lupŭlus* L. Hopfen. Die Drüſen der Fruchtſtände, Glandŭlae lupŭli. Gegen Schwäche der Harnorgane ꝛc.

Platanacĕae.
!Liquidāmbar *orientāle* Mill. und andere Arten Storaxbäume. Harz, Storax. Diaphoreticum und Diureticum. Orient.

Juglandacĕae.
!*Juglans *regia* L. Wallnußbaum. Die Fruchtſchale, Cortices nucum juglandium, und die Blätter, Folia juglăndis. Gegen Syphilis, Skropheln ꝛc.

Cupulifĕrae.
!*Quercus *pedunculāta* Ehrh. und *sessiliflŏra* Sm. Eichen. Rinde, Eichenrinde, Cortex quercus, Adſtringens, und Früchte, Eicheln, Glandes quercus. Nährendes Mittel.
!Q. *infectoria* Oliv. Galläpfeleiche. Die Gallen (☞ §. 341.). Adſtringens. Orient.

Piperacĕae.
Piper *nigrum* L. Früchte, ſchwarzer und weißer Pfeffer, Piper nigrum et album. Scharf reizendes Mittel. Oſtindien.
!Cubēba *officinālis* Miq. Früchte, Cubeben, Cubēbae. Scharf reizendes Mittel. Java.
Piper *methysticum* Miq. Wurzel. Kava-Kava. Gegen Gonorhoe. Südſeeinſeln.

Ericacĕae.
*Vaccinium *myrtillus* L. Heidelbeeren. Beeren, Baccae myrtillōrum. Gegen Durchfälle.
!*Arctostaphylos *officinālis* L. Bärentraube. Blätter, Folia uvae ursi. Gegen Krankheiten der Harnorgane.

Primulacĕae.
*Primŭla *officinālis* L. und *elatior* L. Blüten. Flores primŭlae veris. Als Bruſtthee.

Myrsinacĕae.
Maesa *picta* Hochst. Früchte, Saora. Bandwurmmittel. Abyſſinien.

Styracacĕae.
!Styrax *Benzōin* Dryand. Harz, Benzoëharz, Gummi s. Resina benzōës. Schweißtreibendes u. Auswurf beförderndes Mittel. Sumatra.

Convolvulacĕae.
!Ipomoea *purga* Hayne. Wurzelknollen, Jalappawurzel, Radix jalāppae, und das Harz, Resina jalāppae. Abführmittel. Mexiko.
Convolvŭlus *scammonia* L. Gummiharz, Scammonium, Gummi resinae scammoniae. Abführmittel. Orient.

Boraginĕae.
Alkānna *tinctoria* Tausch. Wurzel, Alkannawurzel, Radix alcānnae. Färbemittel.

*Pulmonaria *officinālis* L. Lungenkraut.
*Cynoglōssum *officināle* L. Hundszunge.
*Symphytum *officināle* L. Beinwell.
*Anchūsa *officinālis* L. Ochſenzunge.
} Kraut und Wurzel. Herba et Radix pulmonariae, cynoglōssi, symphyti, buglōssi. Erweichende, kühlende Mittel, beſonders gegen Lungenkrankheiten.

Solanacĕae.
!*Atropa *belladonna* L. Tollkirſche. Blätter und Wurzel, Herba et Radix belladōnnae. Narkotiſches Mittel, bewirkt Erweiterung der Pupille.
!*Datūra *stramonium* L. Stechapfel. Blätter und Samen, Herba et Semen datūrae. Narkoticum. Gegen Neuralgien ꝛc.
!*Hyoscyāmus *niger* L. Bilſenkraut. Kraut und Samen. Herba et Semen hyoscyāmi. Narkoticum. Gegen Nervenerregungen.
!*Nicotiāna *tabăcum* L. und *rustica* L. Tabak. Blätter, Herba nicotiānae. Schmerzſtillendes Mittel.
*Solānum *dulcamāra* L. Bittersüß. Stengel, Stipites dulcamārae. Gegen Bruſtkrankheiten ꝛc.
!Capsĭcum *annŭum* L. Früchte, Spaniſcher Pfeffer, Paprika, Fructus capsĭci annŭi. Hautreizendes und Verdauung ſtärkendes Mittel. Amerika.

Oleacĕae.
!Olĕa *europaea* L. Oelbaum. Oel der Früchte, Oliven- oder Baumöl, Oleum olivārum. Geſchmeidigendes Mittel zu Klyſtiren, Einreibungen, Salben ꝛc. Südeuropa.
!Fraxĭnus *ornus* L. Manna-Eſche. Manna, Manna calabrīna (☞ §. 340.). Abführmittel. Südeuropa.

Gentianacĕae.
!*Erythraea *centaurium* L. Tauſendgüldenkraut. Kraut, Herba centaurii minōris. Stärkendes, die Thätigkeit der Unterleibsorgane belebendes Mittel.
!*Gentiāna *lutea* L., *pannonica* Scop., *purpurea* L., *punctāta* L. Enzian. Wurzel, Radix gentiānae. Toniſches, magenſtärkendes Mittel.
!*Menyānthes *trifoliāta* L. Bitterklee. Blätter, Herba trifolii fibrini. Stärkendes Mittel gegen Verdauungsſchwäche.
Sabatia *Elliŏtii* Steud. Blüten. Fiebermittel. Florida.

Apocynacĕae.
Alstonia *scholāris* R. Br. (Echites *scholāris* L.). Rinde. Ditarinde, Cortex Tabernaemontānae. Fieberwidriges Mittel. Luzon.
Aspidospērma *Quebrācho* Schlecht. Rinde. Quebrachorinde. Gegen Dyspnoë. Argentinien.
Geissospērmum *spec.* Rinde, Pereirorinde. Fiebermittel. Braſilien.

Asclepiadĕae.
!Gonolōbus *condurāngo* Triana. Rinde, Condurangorinde, Cortex Condurāngo. Specificum gegen Krebs. Ecuador.

Loganiacĕae.
!Strychnos *nux vomica* L. Samen, Kräbenaugen, Semina strychni s. Nuces vomicae. Verdauung beförderndes Mittel. Oſtindien.

Ignatia *amāra* L. Samen, Ignatiusbohnen, Fabae sancti Ignatii. Gegen Fieber, Epilepsie. Philippinen.

Bignoniacēae.

Jacarānda *procēra* Spr. (Cybistus *antisiphilitica* Martius). Blätter, Carobablätter. Diaphoreticum u. Diureticum.

Scrophulariacēae.

*Linaria *vulgāris* Mill. Leinkraut. Kraut, Herba cum floribus linariae. Diureticum und Digestivum.

!*Digitālis *purpurea* L. Rother Fingerhut. Blätter, Folia digitālis. Narkotisches Mittel gegen Herzkrankheiten, Krämpfe ꝛc.

*Gratiola *officinālis* L. Gnadenkraut. Kraut, Herba gratiolae. Purgirmittel.

!*Verbascum, verschiedene Arten Königskerze, besonders V. *phlomoides* L. Blüten, Wollblumen, Flores verbāsci. Erweichendes, Secretion beförderndes Mittel.

Labiātae.

!*Salvia *officinālis* L. Salbei. Blätter und Blüten, Herba salviae. Aromatisch adstringirendes Mittel.

*Hyssōpus *officinālis*. Apotheker-Ysop. Kraut, Herba hyssōpi. Gegen Lungenkrankheiten.

*Lamium *album* L. Weiße Taubnessel. Blüten, Flores lamii. Gegen Katarrhe, Ruhr, Blutflüsse ꝛc.

!Lavandula *vera* DC. Lavendel. Blüten, Flores lavandulaes. spicae und Lavendelöl, Oleum lavandulae. Aeußerlich zu Umschlägen ꝛc. und innerlich gegen Kolik. Südfrankreich.

*Marrubium *vulgāre* L. Andorn. Kraut, Herba marrubii albi. Gegen Unterleibskrankheiten, Katarrhe ꝛc.

!*Melissa *officinālis* L. Melisse. Kraut, Herba melissae citrātae. Gegen Kolik und Durchfall.

!*Mentha *aquatica* L. var. *crispa*. Krausemünze. Kraut, Herba menthae crispae. Magenstärkendes, Blähung treibendes Mittel.

!*M. *piperita* L. Pfeffermünze. Kraut. Herba menthae piperitae und Pfeffermünzöl, Oleum menthae piperitae. Gegen Durchfälle.

*Pulegium *vulgāre* Mill. Poleimünze. Kraut, Herba et Summitātes pulegii. Gegen Keuchhusten, Asthma ꝛc.

*Origānum *vulgāre*. Gemeiner Dosten. Kraut, Herba origāni vulgāris. Gegen Unterleibsstockungen, Hysterie, Asthma ꝛc.

*O. *majorāna* L. Mairan. Kraut, Herba majorānae. Gegen Koliken ꝛc.

*Rosmarinus *officinālis* L. Rosmarin. Kraut, Folia rosmarīni und Rosmarinöl, Oleum Anthos. Carminativum, Diaphoreticum, Emmenagogum.

*Teucrium *scordium* L. Knoblauchs-Gamander. Kraut, Herba scordii. Diaphoreticum und Anthelminticum.

!*Thymus *serpyllum* L. Quendel. Kraut. Herba serpylli. Gegen Kolik, auch äußerlich zu Bädern und Kräuterkissen.

!*Th. *vulgāris* L. Thymian. Kraut. Herba thymi. Gegen Verdauungsschwäche.

*Galeopsis *ochroleuca* Lam. Gelbweißer Hohlzahn. Kraut, Herba cum Floribus galeopsidis ochroleucae, Lieberscher Kräutertheé. Gegen Lungenkatarrh und Lungenschwindsucht.

*Glechoma *hederacea* L. Gundelrebe. Kraut. §. 362.
Herba hedĕrae terrēstris. Gegen Katarrhe, Schleimflüsse ꝛc.

Lobeliacēae.

!Lobelia *inflāta* L. Kraut, Herba lobeliae. Brechmittel u. Diaphoreticum. Nordamerika.

L. *syphilitica* L. Wurzel, Radix lobeliae. Gegen Syphilis, bei den Indianern. Nordamerika.

Cucurbitacēae.

!Cucumis *colocynthis* L. Koloquinthe. Früchte. Fructus s. Poma colocynthidis. Purgans. Orient.

*Bryonia *alba* L. und *dioica* L. Zaunrübe. Wurzel, Radix bryoniae. Gegen Verstopfung, Gicht ꝛc.

Trianosperma *ficifolia* Mart. Die ganze Pflanze, Tayuya. Purgirendes, auflösendes Mittel. Brasilien.

Caprifoliacēae.

!*Sambucus *nigra* L. Flieder. Blüten, Fliederthee, Flores sambūci. Schweiß- und urintreibendes Mittel.

Rubiacēae.

Rubia *tinctōrum* L. Krapp. Wurzel, Radix rubiae tinctōrum. Gegen Rhachitis, Gicht ꝛc. Orient, Südeuropa.

*Asperula *odorāta* L. Waldmeister. Kraut, Herba matrisylvae. Gegen Unterleibsstockungen und Wassersucht.

!Cephaëlis *ipecacuānha* Rich. (Psychotria *ipecacuānha*). Wurzel, Brechwurzel, Radix ipecacuānhae. Brechmittel. Südamerika.

!Cinchona, Chinabaum-Arten, besonders die in Südamerika, Java und Ostindien kultivirte C. *succirūbra* Pav. Rinde, Chinarinde, China s. Cortex chinae. Adstringens, Specificum gegen Wechselfieber.

Palicurea *densiflora*. Rinde, Cotorinde. Gegen Diarrhoe. Bolivia.

!Uncaria *Gambir* Roxb. Extrakt, Gambir, Gambir-Catechu. Adstringens. Ostindien.

Valerianacēae.

!*Valeriana *officinālis* L. Baldrian. Wurzelstock, Radix valerianae minōris. Tonisch excitirendes Mittel gegen Nervenkrankheiten, Krämpfe ꝛc.

Compositae.

!*Tussilago *farfāra* L. Huflattich. Kraut. Herba farfārae s. tussilaginis. Bitterschleimiges, adstringirendes Mittel gegen Lungenleiden ꝛc.

*Tanacētum *vulgāre* L. Rainfarn. Kraut und Blüten, Herba et Flores tanacēti. Bitteres, verdauungstärkendes und wurmtreibendes Mittel.

*Artemisia *vulgāris* L. Gemeiner Beifuß. Wurzel, Radix artemisiae vulgāris. Gegen Nervenkrankheiten, Epilepsie ꝛc.

!*A. *absynthium* L. Wermuth. Kraut, Herba absynthii. Bitteres tonisches Mittel gegen Verdauungsfehler.

!A. *contra* L. Blüten, Wurmsamen, Semen cinae s. santonici s. Contra. Anthelminthicum. Orient.

*Achillea *millefolium* L. Schafgarben. Kraut und Blüten, Herba et Flores millefolii. Stimulirendes u. tonisches Mittel.

Anthemis *nobilis* L. Römische Kamille. Blüten, Flores chamomillae.

§. 362. romänae. Toniſches Mittel gegen Krampfbeſchwerden. Südeuropa.

Anacyclus *officinärum* Hayne. Deutſcher Bertram. Wurzel, Radix pyrēthri communis. Toniſches Mittel gegen Zahnſchmerz, Rheumatismus ꝛc. Südeuropa.

A. *pyrethrum* DC. Römiſcher Bertram. Wurzel, Radix pyrēthri romāni. Wie vorige. Aſien, Nordafrika.

Pyrēthrum *roseum* M. B. Blüten, Perſiſches Inſektenpulver. Ungeziefer vertreibendes Mittel. Kaukaſus, Perſien.

P. *cinerariaefolium* Trev. Blüten, Inſektenpulver. Dalmatien.

!*Matricaria *chamomilla* L. Kamillen. Blüten, Floreschamomillaevulgāris. Toniſches Mittel gegen Krampf-Beſchwerden.

!*Inŭla *helenium* L. Alant. Wurzel, Radix inŭlae s. helenii. Gegen Lungenkrankheiten und Verſchleimungen. Südeuropa.

*Arnica *montāna* L. Berg-Wohlverlei. Blüten und Wurzel. Radix et Flores arnicae montānae. Reizendes toniſches Mittel.

*Lappa *vulgāris* L. Klette. Wurzel, Kletten-wurzel, Radix bardānae. Diaphoreticum.

!Cnicus *benedictus* L. Kardobenedicten. Kraut, Herba cardŭi benedicti. Gegen Leber- und Bruſtleiden. Südeuropa.

!*Taraxăcum *officināle* Mönch. Löwenzahn. Kraut und Wurzel, Radix et Herba taraxăci. Mild auflöſendes Mittel gegen Unterleibsſtockungen.

!*Lactūca *virōsa* L. Giftlattich. Kraut, Herba lactūcae virōsae, und der Milchſaft, Lactucarium. Narkotiſches Mittel, wie Opium.

Xanthium *spinōsum* L. Spitzklette. Die ganze Pflanze. Gegen Hundswuth. Südeuropa.

Orchidēae.

! Vanilla *planifolia* And. Früchte. Vanille, Siliquae vanillae. Nervenerregendes Mittel. Emmenagogum und Aphrodiſiacum. Centralamerika.

!*Orchis *morio* L., *mascŭla* L., *militāris* L., *ustulāta* L. Knabenkräuter, ſowie Anacämptis *pyramidālis* Rich. und Platanthēra *bifolia* L. Wurzelknollen, Salep, Radix Salep. Einhüllendes und nährendes Mittel.

Zingiberacēae.

! Zingiber *officināle* Roxb. Wurzelſtock, Ingwer, Radix zingibĕris albi. Reizendes, erhitzendes Mittel, gegen Magenſchwäche. Oſtindien.

! Elettaria *cardamōmum* Whit. Früchte, Cardamomen, Cardamōmum. Reizendes Mittel gegen Verdauungsſchwäche. Oſtindien.

Curcūma *longa* L. Wurzelſtock, Curcumawurzel, Radix curcūmae. Farbemittel. Oſtindien.

! C. *zedoaria* L. Wurzelſtock, Zedoaria- oder Zittwerwurzel, Radix zedoariae officinālis. Magenſtärkendes Mittel. Oſtindien.

! Alpinia *galanga* Sw. Wurzelſtock, Galgantwurzel, Radix galāngae. Wirkung des Ingwers. Oſtindien.

Liliacēae.

! Scilla *maritima* L. Meerzwiebel. Zwiebeln, Radix s. Bulbus scillae maritimae. Abſonderung vermehrendes, blaſenziehendes und brechenerregendes Mittel.

! Aloë-Arten (☞ §. 345.). Der eingedickte Saft, Aloë. Abführmittel. Südafrika.

Smilacēae.

! Smilax, verſchiedene, nicht genau bekannte Arten. Wurzel, Sarſaparillawurzel, Radix sarsaparillae. Diaphoreticum, beſonders Antiſyphiliticum. Amerika.

S. *china* L. Wurzelknollen, Chinawurzel, Radix chinae orientālis. Gegen Gicht und Syphilis. Oſtaſien.

Melanthacēae.

!*Colchicum *autumnāle* L. Zeitloſe. Knollen und Samen, Radix et Semina colchici. Scharf purgirend und urintreibend, beſonders gegen Gicht und Rheumatismus.

!*Verātrum *album* L. Weißer Germer. Wurzelſtock, Radix hellebŏri albi. Gegen Nervenkrankheiten. Aeußerlich gegen Läuſe.

Sabadilla *officinārum* Retz. Samen, Sabadill- oder Läuſeſamen, Semen sabadillae. Gegen Ungeziefer, Eingeweidewürmer, ſowie gegen Rheumatismus. Mexiko, Venezuela.

Iridēae.

!*Iris *germanica* L., *pallida* L., *florentina* L. Schwertlilien. Wurzelſtock, Veilchenwurzel, Radix iridis florentinae. Für zahnende Kinder.

! Crocus *sativus* L. Safran. Narben, Crocus s. Stigmăta croci. Kräftig reizendes, krampfſtillendes Mittel und Emmenagogum. Orient.

Palmae.

Phoenix *dactylifĕra* L. Dattelpalme. Früchte, Datteln, Dactўli. Gegen Durchfall. Nordafrika, Orient.

! Cocos *nucifĕra* L. Cocospalme. Oel der Früchte, Cocosnußöl. Geſchmeidiges Mittel zu Einreibungen ꝛc. Tropen.

! Arēca *catĕchu* L. Catechupalme. Catechu (☞ §. 341.). Adſtringens. Oſtindien.

Aroïdēae.

!*Acŏrus *calāmus* L. Kalmus. Wurzelſtock, Radix calămi aromatici. Magenſtärkendes Mittel.

Cyperacēae.

*Carex *arenaria* L. Sand-Riethgras. Wurzelſtock, Radix carĭcis arenariae. Einhüllendes, auflöſendes Mittel.

Gramineae.

*Avēna *sativa* L. Hafer. Geſchälte Körner, Hafergrütze, Avēna excorticāta, und das Mehl, Farīna avēnae. Erweichendes, einhüllendes und nährendes Mittel.

!*Triticum *vulgāre* L. Weizen. Mehl der Körner, Weizenmehl, Farīna tritici. Einhüllendes Mittel.

!*T. *repens* L. Quecke. Wurzelſtock, Radix graminis albi. Nährendes, einhüllendes Mittel.

Coniferae.

!*Juniperus *communis* L. Wachholder. Früchte, Wachholderbeeren, Baccae Juniperi. Diureticum, gegen Waſſerſucht, Gicht, Rheumatismus.

!*J. *sabina* L. Sadebaum. Zweigſpitzen, Summitātes sabinae. Emmenagogum und Abortivum.

Callitris *quadrivālvis* Vent. Sandarakbaum. Harz, Sandarak, Resina sandaracae. Zu Räucherungen gegen Gicht ꝛc. Algier.

*Pinus *silvēstris* L. Kiefer. Junge Schoſſen, Turiones pini. Gegen Gicht und Rheumatismus ꝛc.

! P. *laricio* Poir. Schwarzkiefer. Terpentin, Terebinthina communis. Aeußerliches Mittel zu Einreibungen gegen Rheumatismus ꝛc. Oeſterreich.

! *P. *pināster* Ait. Seeſtrandkiefer Terpentin und Terpentinöl, Oleum terebinthinae. Frankreich.

! P. *taeda* L. und *australis* Mich. Terpentinöl und Colophonium. Virginien und Mexiko.

*Picea *vulgāris* Link. Fichte. Fichtenharz, Terebinthina communis. Wie die folgenden Harze zu Salben, Pflaſter ꝛc.

Abies *canadēnsis* L. Canadiſche Tanne. Canadabalſam, Balsamum canadense. Nordamerika.

*Larix *europaea* DC. Lärche. Venetianiſcher Terpentin, Terebinthina venēta.

! Dammāra *orientālis* Lam. Dammaraſichte. Dammarharz. Oſtindien.

Filices.

Cibotium *glaucēscens* Kze. und C. *Cumminghii* Kze. Die Spreuſchuppen, Farnkrautwolle, Penghawar-Djambie der Indianer. Blutſtillendes Mittel. Oſtindien, tropiſches Amerika.

! *Aspidium *filix mas* Sw. Wurmfarn. Wurzelſtock, Radix s. Rhizōma filicis maris. Anthelminticum.

A. *Barōmez* Willd. Die Spreuſchuppen, Baromez, Agnus scythicus. Blutſtillendes Mittel. China, Cochinchina.

*Polypodium *vulgāre* L. Engelſüß. Wurzelſtock, Radix polypodii. Auflöſendes, harntreibendes Mittel.

Lycopodiaceae.

! *Lycopodium *clavātum* L. Bärlapp. Sporenpulver, Bärlappſamen, Lycopodium. Streupulver auf näſſende Stellen und zum Beſtreuen der Pillen.

Algae.

! Laminaria *digitāta* Lamour. Blatttang. Die Stiele des Thallus, Stipites laminariae. Als Quellſtifte in der Chirurgie. Nordſee, atlantiſcher Ocean.

! Chondrus *crispus* Lyngb. Knorpeltang ꝛc. (☞ §. 339.). Carraghen. Nährendes Mittel gegen Abzehrungen ꝛc. Europäiſche Meere.

Fungi.

! *Polypōrus *fomentarius* Fr. Feuerſchwamm, Fungus chirurgorum s. Bolētus igniarius. Blutſtillendes Mittel.

P. *officinālis* Fr. Lärchenſchwamm, Fungus laricis s. Bolētus laricis. Gegen Schweiße. Südeuropa.

! *Clavīceps *purpurea* Tul. Das Sclerotium (§. 177.), Mutterkorn, Secale cornūtum. Geburtswehen beförderndes Mittel.

Lichēnes.

! *Cetraria *islandica* Ach. Isländiſches Moos, Lichen islandicus. Toniſchnährendes Mittel, beſonders gegen Lungenkrankheiten.

Roccella *tinctoria* DC. und *fuciformis* DC. Lakmus, Lacca musica. Zu Reactionen (§. 347.). Mittelmeer, atlantiſcher, oſtindiſcher Ocean.

XXV. Giftpflanzen.

Gift iſt nach Orfila jeder Stoff, welcher, im Uebermaß genoſſen, ſchädlich auf den menſchlichen Organismus wirkt. In dieſem weiteſten Sinne können alle Stoffe für den Organismus giftige Wirkung haben. Nach gewöhnlichen Begriffen pflegt man aber nur ſolche Stoffe Gifte zu nennen, deren Genuß ſchon in geringen Mengen jenen Erfolg hat. Hiernach kann aber eine feſte Grenze zwiſchen Gift und Nicht-Gift nicht gezogen werden und darum iſt auch das Gebiet der Giftpflanzen kein ſcharf begrenztes. Es kommt hinzu, daß manche Pflanzen von einem Stoffe, der rein dargeſtellt ein heftiges Gift iſt, nur ſo geringe Mengen enthalten, daß die Wirkung beim Genuſſe der Pflanze ausbleibt oder ſich zu einem unſchädlichen angenehmen Reiz oder zu einer wohlthätigen arzneilichen Wirkung abſchwächt. In dieſem Sinne gehören viele Arzneipflanzen und auch manche Genußmittel liefernde Gewächſe, wie der Tabak, Mohn ꝛc., zu den Giftpflanzen. Selbſt die Kartoffel enthält in ihren Knollen Spuren des im rein dargeſtellten Zuſtande ſehr giftigen Solanins. Manche Giftpflanzen verlieren durch Waſchen, Kochen oder Röſten ihr giftiges Prinzip, wenn dieſes ein flüchtiger Körper iſt, und ſind dann unſchädlich oder ſogar als Nahrungsmittel verwendbar; ſo z. B. die Wurzeln des Caſſaveſtrauches, welche den Südamerikanern Brot liefern. Von manchen Giftpflanzen ſind alle Theile, von manchen nur einer allein oder vorwiegend giftig, was unten durch die beigeſetzten Bemerkungen angedeutet iſt. Das giftige Prinzip ſind bei vielen Pflanzen ein oder mehrere eigenthümliche Alkoloïde (§. 208.), welche im Safte der Zellen gewiſſer Gewebe oder im Milchſafte (§. 46.) enthalten ſind; oder es iſt ein giftiger Extractivſtoff (§. 207.) oder ein flüchtiges Oel (§. 204.). Die Art der Wirkung der Giftpflanzen wird ebenſo wie die der Gifte überhaupt unterſchieden, und ſind die hierauf bezüglichen Begriffe bei den Arzneipflanzen §. 363.

§. 363. (§. 363.) erläutert. Mehrfach finden wir bei Giftpflanzen gleicher natürlicher Verwandtſchaft auch gleiche Art der Wirkung; z. B. ſind narkotiſch die Solanaceen, purgirend die Euphorbiaceen, Convolvulaceen, ſcharf die Arten von *Ranunculus*. In dem Grade der Wirkung zeigen die Giftpflanzen wegen des ungleichen Gehaltes an dem giftigen Prinzip, wie ſchon bemerkt, alle Abſtufungen. Man kann daher unterſcheiden erſtens die gefährlichſten Giftpflanzen, welche die heftigſte Wirkung haben, und in der folgenden Liſte mit ‡ bezeichnet ſind, zweitens die minder giftigen, welchen das Zeichen † vorgeſetzt iſt, und drittens die nur wenig giftigen ſowie diejenigen, von denen mit Beſtimmtheit eine giftige Wirkung nicht erwieſen iſt, die aber zur Vorſicht mahnen und deshalb verdächtig genannt werden, ſie führen im folgenden das Zeichen †.

Caesalpiniaceae.

‡Erythrophloeum *guineense* Don. Rinde, Manconerinde, zu Pfeilgift und Gottesurtheilen bei den Eingeborenen Senegambiens.

Papilionaceae.

‡*Coronilla, einige Arten von Kronenwicke, beſonders C. *varia* L. und C. *emerus* L. Stengel und Blätter.

†Cytisus, Arten vom Bohnenbaum, beſonders der Goldregen, C. *Laburnum* L. Der Samen, auch die Wurzel.

†Physostigma *venenosum* Balf. Der Samen, Kalabarbohnen, dient zu Gottesurtheilen bei den Eingeborenen von Guinea.

Amygdalaceae.

‡Amygdalus *communis* L. var. *amara*. Bittermandelbaum. Der Samen. Orient.

‡Prunus *laurocerasus* L. Kirſchlorbeer. Die Blätter. Kleinaſien, angepflanzt in Südeuropa.

†*Prunus *padus* L. Trauben- oder Ahlkirſche. Alle Theile, beſonders der Samen.

Coriariaceae.

†Coriaria *myrtifolia* L. Myrtenblätteriger Gerberſtrauch. Der Saft liefert das Wurarapfeilgift. Südamerika.

Thymelaeaceae.

‡*Daphne *mezereum* L. Seidelbaſt oder Keilerhals. Alle Theile, vorzüglich die Rinde und der Samen.

†*D. *laureola* L. Immergrüner Seidelbaſt oder Lorbeerkellerhals. Wie voriger.

Aristolochiaceae.

†*Asarum *europaeum* L. Haſelwurz. Die Wurzel.

Crassulaceae.

†*Sedum *acre* L. Gemeiner Mauerpfeffer. Die grünen Theile.

Araliaceae.

†*Hedera *helix* L. Gemeiner Epheu. Die Beeren.

Umbelliferae.

†*Hydrocotyle *vulgaris* L. Gemeiner Waſſernabel. Das Kraut.

†*Astrantia *major* L. Große Sterndolde. Alle Theile, beſonders der Wurzelſtock.

†*Sium *latifolium* L. Breitblättriger Merk. Blätter und Wurzelſtock.

‡*Cicuta *virosa* L. Waſſerſchierling oder Wütherich. Alle Theile, am heftigſten der Wurzelſtock.

‡*Aethusa *cynapium* L. Gartengleiße oder Hundspeterſilie. Alle Theile, beſonders die Stengel und Blätter.

†*Oenanthe *fistulosa* L. Röhrige Rebendolde. Alle Theile, beſonders die Stengel und Blätter.

†*Oe. *phellandrium* L. Roſſenchel. Alle Theile.

‡Oe. *crocata* L. Gelbmilchende Rebendolde. Alle Theile, vorzüglich die Wurzel. Südeuropa.

†*Chaerophyllum *temulum* L. Berauſchender Kälberkropf oder Taumelkörbel. Die Wurzel, Stengel und Blätter.

‡*Conium *maculatum* L. Gefleckter Schierling. Die Stengel und Blätter.

Celastrineae.

†*Evonymus *europaeus* L. Pfaffenhütlein. Die Früchte.

†*E. *verrucosus* L. Warziger Spindelbaum. Die Früchte.

†*Staphylea *pinnata* L. Gemeine Pimpernuß. Samen.

Rhamnaceae.

†*Rhamnus *frangula* L. Faulbaum, und

†*Rh. *catharticus* L. Kreuzdorn. Die Rinde und die Früchte.

Anacardiaceae.

‡Rhus, mehrere Arten von Sumach, beſonders der Giftſumach (Rh. *toxicodendron* L.) in Nordamerika, die kaliforniſche Gifteiche (Rh. *variolobata* steud.) in Kalifornien, der japaniſche Firnißſumach (Rh. *vernicifera* DC., Rh. *juglandifolium* Don.) in China und Japan, und der amerikaniſche Firnißſumach (Rh. *vernix* L., Rh. *venenatum* DC.) in Nordamerika. Alle Arten enthalten in allen Theilen giftigen Milchſaft.

Violaceae.

†*Viola *palustris* L. Sumpfveilchen,

†*V. *hirta* L. Kurzhaariges Veilchen,

†*V. *odorata* L. Wohlriechendes Veilchen und

†*V. *canina* L. Hundsveilchen. Die grünen Theile.

Phytolaccaceae.

‡Phytolacca *decandra* L. Gemeine Kermesbeere. Die Blätter, Frucht und beſonders die Wurzel. Nordamerika und Südeuropa.

Caryophyllaceae.

†*Agrostemma *githago* L. Kornraden. Die Samen.

Polygonaceae.

†*Polygonum *hydropiper* L. Scharfer Knöterich. Das Kraut.

Clusiaceae.

‡Mehrere Arten Gummiguttbäume, beſonders Garcinia *ceylanica* Roxb., auf Ceylon, G. *cochinchinensis* (Hebradendron *cochinchinensis* Lindl.) in Siam und Cochinchina, und Hebradendron cam-

hogioïdes Grah., auf Ceylon, deren Milchsaft das giftige Gummigutt liefert.

Sapindacĕae.

⋕Mehrere Arten von Paullinia, wie P. *australis* St. Hil. und P. *cururu* L., Der Saft liefert das Wurarapfeilgift. Südamerika.

Euphorbiacĕae.

⋕*Alle Arten von Wolfsmilch (Euphorbia), sowohl alle unsere einheimischen, als auch die exotischen, unter letzteren besonders die gebräuchliche Wolfsmilch, E. *officinārum* L., im mittleren und nordwestlichen Afrika, welche das giftige Euphorbienharz liefert, und andere Arten. Bei allen ist der in Wurzel, Stengel und Blättern enthaltene Milchsaft der giftige Bestandtheil.

†*Mercuriālis *annua*. Jähriges Bingelkraut. Alle Theile.

†*M. *perēnnis*. Ausdauerndes Bingelkraut. Alle Theile.

⋕Hippomane *Mancinella* L. Manzanillabaum. Der in allen Theilen enthaltene Milchsaft, besonders die Frucht. Im tropischen Amerika.

⋕Excoecaria *Agallŏcha* L. Blindbaum. Mit sehr giftigem, Blindheit verursachendem Milchsaft. Ostindien.

†Ricinus *communis* L. Gemeiner Wunderbaum. Der Samen. Ost- und Westindien und Südamerika.

†Jatrŏpha *Manihot* L. (Manihot *utilissima* Pohl.) Maniok- oder Cassavestrauch. Die Wurzel im frischen Zustande und der Samen. Im tropischen Amerika einheimisch, auch im tropischen Afrika und Asien angebaut.

†Croton *tiglium* L. Purgirkroton. Der Samen. Ostindien.

†Hura *crepitans*. Streusandbüchsenbaum. Der Milchsaft. Im tropischen Amerika.

Papaveracĕae.

†*Chelidonium *majus* L. Gemeines Schöllkraut. Alle Theile, besonders die Wurzel.

⋕*Papāver *somniferum* L. Schlafmohn. Der Milchsaft (Opium).

Fumariacĕae.

+Corydālis *lutea* DC. Gelber Lerchensporn. Die grünen Theile.

Ranunculacĕae.

†*Clematis *erecta* L. und andere Arten Waldrebe. Alle Theile, besonders die Blätter.

†*Atragēne *alpina* L. Alpenrebe. Wie vorige.

†*Anemōne, alle Arten von Windröschen und Küchenschelle. Alle Theile, vorzüglich die Stengel und Blätter.

†*Adōnis, alle Arten von Teufelsauge oder Adonisröschen. Alle Theile, besonders die Wurzel.

†*Alle Arten von Hahnenfuß (Ranuncŭlus), besonders der Gifthahnenfuß (R. *sceleratus* L.), der scharfe Hahnenfuß (R. *flammula* L.), der große Hahnenfuß (R. *lingua* L.) und der Alpenhahnenfuß (R. *thora* L.). Alle Theile.

⋕*Helleborus *viridis* L., *niger* L., *foetidus* L. Die grüne, schwarze und stinkende Nieswurz. Die Wurzel.

†*Aquilegia *vulgaris* L. Gemeiner Akelei. Alle Theile.

Delphinium *staphisagria* L. Scharfer oder Läuseritterſporn. Der Samen. Südeuropa. §. 363.

†*Aconitum, alle Arten von Eisenhut oder Sturmhut. Alle Theile, vorzüglich Wurzel und Blätter.

⋕A. *luridum* Hook. et Thom., *palmatum* Don., *ferox* Wall. und *napellus* L. liefern die *Tubĕra aconiti indici*, das Bish, Pfeilgift der Ostindier.

†*Caltha *palustris* L. Sumpf-Dotterblume. Die grünen Theile.

†*Trollius *europaeus* L. Europ. Trollblume. Der Wurzelstock.

†*Actaea *spicata* L. Aehriges Christophskraut. Alle Theile.

†Paeonia *officinālis* L. Gemeine Pfingstrose. Der Wurzelstock.

Menispermacĕae.

Anamirta *cocculus* Wight. (Cocculus *suberosus* DC., Menispermum *cocculus* Wall.). Fischtödtender Mondsamen oder Kokkelskörnerstrauch. Der Samen. Kokkelskörner. Ostindien.

Artocarpacĕae.

⋕*Antiāris *toxicaria* Leschen. Javanischer Giftbaum oder Upasbaum. Der Milchsaft aus der Rinde, welcher das Pfeilgift der Eingebornen liefert. Auf Java.

Cannabinĕae.

†*Cannābis *sativa* L. Hanf. Die Stengel und Blätter.

†*Humŭlus *lupulus* L. Hopfen. Der Blütenstand.

Ericacĕae.

†*Andromēda *polifolia* L. Poleiblätterige Andromeda oder Rosmarinheide. Die Stengel und Blätter.

†*Ledum *palustre* L. Sumpf-Porst. Stengel und Blätter.

Primulacĕae.

†*Cyclāmen *europaeum* L. Europäische Erdscheibe oder Alpenveilchen. Die Knolle.

Convolvulacĕae.

⋕Convolvŭlus *scammonia* L. Purgirwinde. Die Wurzel. Kleinasien und Syrien.

†Ipomoea *Jalappa* L. Jalappenwinde und andere Arten. Die Wurzel. Mexiko.

†*Convolvŭlus *sepium* L. Zaunwinde, und

†*C. *arvensis* L. Ackerwinde. Die Wurzel und das Kraut.

Solanacĕae.

†*Solānum *nigrum* L. Schwarzer Nachtschatten und verwandte Arten. Alle Theile.

†*S. *dulcamara* L. Bittersüß. Alle Theile, besonders Stengel, Blätter und Frucht.

⋕*Atrŏpa *belladonna* L. Tollkirsche oder Belladonna. Alle Theile, vorzüglich Wurzel und Frucht.

†Mandragŏra *officinālis* L. Alraunwurzel. Die Wurzel. Mittelmeerländer.

⋕*Datūra *stramonium* L. Stechapfel. Alle Theile, vorzüglich der Samen. Aehnlich wirkt auch D. *arborea* L. aus Peru. Zierpflanze unserer Gärten.

⋕*Hyoscyāmus *niger* L. Bilsenkraut. Alle Theile, besonders die Wurzel und der Samen.

†Nicotiāna, alle Arten Tabak. Die Blätter.

Apocynacĕae.

⋕Strychnos, Brechnußbäume, und zwar der echte Brechnußbaum od. Krähenaugenbaum (S. *nux vomica* L.) in Ostindien,

§. 363.

dessen Samen das Strychnin enthalten; der Ignatiusstrauch (S. *Ignatii* Berg., Ignatia *amāra* L.) auf den Philippinen, dessen Samen dieselbe Wirkung wie die des Krähenaugenbaumes haben; der Upasstrauch (S. *Tieute* Leschen.) auf Java, dessen Wurzelrinde das zum Vergiften der Pfeile dienende Upasgift liefert; der Uraribaum (S. *Crevauxiāna* Baill. in Französisch-Guyana, aus dessen Milchsaft das Urari genannte Pfeilgift der amerikanischen Wilden stammt; die Curarebäume, verschiedene Strychnos-Arten, deren Milchsaft das Curare genannte Pfeilgift liefert, besonders S. *Castelnaeāna* Wedd. am Amazonenstrom, S. *Gublēri* Planch. am Orinoco, S. *toxifēra* Schomb. in Englisch-Guyana.

‡Cerbēra, Schellenbäume und zwar der Ahovahibaum (C. *Ahovāi* L.) und der schmalblätterige Schellenbaum (C. *Thevetia* L.) in Westindien, mit giftigem Milchsaft, und die Tanghinie (C. *Tanghin* Hook., Tanghinia *madagascariensis* Pet. Th.) auf Madagaskar, die Frucht und der Samen.

‡Toxicophloea *Thunbergii*. Der Milchsaft liefert das Pfeilgift der Buschmänner.

†Nerium *oleānder* L. Oleander. Alle Theile.

Scrofulariaceae.

†*Digitālis, Fingerhut und zwar alle Arten, am stärksten der rothe Fingerhut (D. *purpurea* L.). Alle Theile, besonders die Blätter.

†*Gratiōla *officinālis* L. Gottesgnadenkraut. Alle Theile, besonders Stengel und Blätter und am stärksten die Wurzel.

†*Pedicularis *silvatica* L. und *palūstris* L. Wald- und Sumpfläusekraut. Die Stengel und Blätter.

‡Duboisia *Hopwoodii* F. v. Müll. Die Zweigspitzen liefern den Eingeborenen Queenslands das Pitchiri- oder Piturigift, als Stimulans.

Asclepiadeae.

‡*Cynānchum *vincetoxicum* L. Gemeiner Hundswürger. Der Wurzelstock.

†Asclepias *syriāca* L. Syrische Seidenpflanze. Der Milchsaft aller Theile.

†Periplōca *graeca* L. Griechische Schlinge. Der Milchsaft aller Theile.

Lobeliaceae.

†*Lobella *Dortmānna* L. Wasserlobelie. Der Milchsaft aller Theile.

†L. *inflāta* L. Aufgeblasene Lobelie. Alle Theile, vorzüglich der Stengel. Canada und Virginien.

Rubiaceae.

†Cephaēlis *Ipecacuānha* Rich. Echte Ipecacuanha. Die Wurzel. Brasilien.

Caprifoliaceae.

†*Sambūcus *ebūlus* L. Attich oder Zwergholunder. Die Wurzel und Blätter.

†*Lonicēra *xylostēum* L. Gemeine Heckenkirsche. Die Beeren.

Compositae.

†Crepis *lacēra* Ten. Zerschlitzter Pippau. Alle Theile, besonders die Blätter. Italien.

‡*Lactūca *virōsa* L. Giftlattich. Der Milchsaft aller Theile, besonders der Blätter.

†*L. *scariōla* L. Wilder Lattich. Der Milchsaft aller Theile, besonders der Blätter.

Cucurbitaceae.

†*Bryonia *alba* L. und B. *dioica* L. Weiße und zweihäusige Zaun- oder Gichtrübe. Die Wurzel.

†Momordica *balsamina* L. Balsamgurke. Die Frucht. Ostindien.

†Ecballium *officinārum* Nees (Momordica *elaterium* L.). Spring- oder Bergurke. Die Frucht. Südeuropa.

†Cucumis *colocynthis* L. Coloquinthengurke. Die Frucht, Coloquinthe. Orient.

Amaryllideae.

‡Buphāne *toxicaria* Herb. Die Zwiebeln liefern den Buschmännern Pfeilgift.

†*Narcissus *pseudo-narcissus* L. Gemeine Narcisse.

†N. *poēticus* L. Echte Narcisse.

Iridēae.

†*Iris *pseudacōrus* L. Wasser-Schwertlilie.

†*I. *sibirica* L. Sibirische Schwertlilie und

†I. *pumila* L. Zwerg-Schwertlilie. Der Wurzelstock.

Colchicaceae.

‡*Colchicum *autumnāle* L. Herbstzeitlose. Alle Theile, vorzüglich die Knolle und der Samen.

‡*Verātrum *album* L. Weißer Germer oder weiße Nieswurz und

‡*V. *nigrum* L. Schwarzer Germer. Die Wurzel.

‡V. *sabadilla* Retz. Sabadill-Germer. Der Samen. Mexico.

Liliaceae.

†*Tulipa *silvēstris* L. Waldtulpe.

†*Fritillaria *meleāgris* L. Gemeine Schachblume.

‡F. *imperiālis* L. Kaiserkrone.

‡Gloriōsa *superba* L. Rankende Prachtlilie.

‡Scilla *maritima* L. Gemeine Meerzwiebel.

Smilaceae.

‡*Paris *quadrifolia* L. Vierblätterige Einbeere. Alle Theile, besonders der Wurzelstock und die Frucht.

Aroideae.

‡*Arum *maculātum* L. Gefleckter Aron. Alle Theile, vorzüglich der Wurzelstock.

‡*Calla *palūstris* L. Sumpf-Schlangenkraut. Alle Theile, vorzüglich der Wurzelstock.

Gramineae.

*Lolium *temulēntum* L. Taumellolch. Der Samen, jedoch neuerdings zweifelhaft.

Alismaceae.

‡*Alisma *plantāgo* L. Gemeiner Froschlöffel,

‡ A. *natans* L. Schwimmender Froschlöffel und

† A. *ranunculoides* L. Hahnenfußblätteriger Fr. Der Wurzelstock und die Blätter.

Coniferae.

‡*Taxus *baccāta* L. Eibenbaum. Zweige und Blätter, früher fälschlich auch die Frucht für giftig gehalten.

‡*Juniperus *sabina* L. Sadebaum. Besonders Zweige und Blätter.

Fungi. Gift-Schwämme.

‡*Agaricus *muscarius* L. (Amanita *muscaria* Fr.). Fliegenschwamm.

‡*A. *phalloides* Fr. Knollenblätterschwamm.

‡*A. *pantherinus* DC. Pantherschwamm.

‡*A. *torminōsus* Schaeff. (Lactarius *torminōsus* Fr.). Gift- oder Birkenreizker.

‡*A. *emeticus* Schaeff. (Russula *emetica* Fr.) Speiteufel, giftiger Täubling.

‡*A. *fasciculāris* Huds. Schwefelkopf.

‡*A. *rimōsus* Bull. Rissiger Blätterschwamm.

†*Cantharellus *aurantiācus* Fr. Orangefarbener Faltenschwamm.

‡*Bolētus *satānas* Lenz. (B. *sanguineus* Krombh.) Satanspilz.

‡*Claviceps *purpurea* Tul. Mutterkorn.

Alphabetisches Register.

1) Die Zahlen bezeichnen die §§. 2) Die Umlaute ä, ö und ü folgen immer nach a, o und u.

§.
acete.....327
rten 276
rücke.....293
lomōschus .334
ssinien.....323
llend oder ab-
llig 25; 113
allen der Blät-
r.....257
hrungsmittel.362
eplattet 68
erundet..... 12
es.331; 334; 341;
345; 362
tineen.....137
aktiren.....259
ger.....259
norme Secre-
onen.....263
Strauchformen.263
Baumformen..263
ōrtu diclīnis.109
ōrtus.....265
rōma 334
äugen 259
chnitte 11
chnürung..... 40
enker.....259
sidĭa.....189
inthiin.....207
onderung.....249
orptionsfähig-
it des Bodens.244
tehend.....68; 82
teigend..... 19
teigender Bil-
ungssaft 250
terben der Blät-
r.....257
loßung 257
utilon.. 334; 357
wechselnd ge-
edert..... 89

§.
Acacĭa... 228; 296;
332; 334; 339; 341;
342; 345; 347; 357;
362
Acajougummi....339
Acanthacĕae...290
Acarospŏra 181
Accessorische Knos-
pen 67
Accŭmbens.....131
Acer.296; 330; 331;
337; 340; 350
Acerinĕae.... .287
Acerōsum(folĭum)85
Acetabularĭa...163
Acetamid,alsNähr-
stoff.....239
Achene 129; 130
Achenĭum.....129
Achillēa...329; 330
Achimĕnes.....357
Achlўa 192
Achlyogēton ...192
Achnānthes....168
Achras....328; 346
Achroodextrin 201
Achselknospen.... 67
— sprossung.....265
— **ständig**.....102
— — e Zweige. 67
— — e Knospen. 67
Achsenständig 131
Achterzeilen..... 19
Achtmännige Pflan-
zen 280
— weibige —...280
Achyrānthes ...353
Acidalĭa.....274
Ackerspörgel. 330; 349
Acklei 352; 363
Acnosomĭa.....343
Aconitin 208
Aconitsäure.....202

§.
Aconītum..352; 362
Acŏrus... 345; 328;
362; 363
Acotyledonĕae .283
Acotyledŏnes..131;
282
Acotyledonie ..282
Acramphibrўae.284
Acremonĭum ...176
Acrobrўae.....284
Acrocarpe Moose..154
Acropetal 91
Acrostalāgmus.176
Acrostĭchum ...148
Actaea 363
Actinomorph.. 8; 110;
114
Aculeātus .. 22; 100
Aculĕi 22; 99
Acuminātus.... 12
Acūtus 12
Acyclische Blüten..110
Adansonĭa.... 327;
334; 339
Adaptation 261
Adenanthēra...332
Adern der Blätter 90;
246
Adiāntum..296; 357
Adlerholz 332
Adnātus....83; 111
Adōnis 363
Adonisröschen ...363
Adstringentĭa..362
Adventivknospen. 67
— **sprosse**.. 67; 259
— — der Fucoi-
deen 161
— wurzeln 95
Aecidiacĕae ...156;
182; 186
Aecidien 186
Aecidĭum..186; 266

§.
Aegiphĭla.....332
Aegopodĭum ...328
Aehre.....104
— **u**, zusammen-
gesetzte.....106
Aehrchen.....104
Aelchen.....268
Aequālis.....280
Aequatorialstrom..319
Aeruginōsus.... 24
Aeschynomĕne .334
Aesculīnae.....287
Aesculin.....206
Aescŭlus..330; 331;
338; 341; 349; 350
Aeste 67
—, Verlust von..263
Aesthetische Botanik 2
Aestig 96
Aestige Haare.... 99
Aethalĭum 196
Aetherische Oele ..39;
204; 249; 345
Aethūsa 363
Affenbrotbaum...327
African Ebony 332
Afrikanisches Roth-
holz 332; 347
— Teakholz.....332
— Traganth 339
Afterblätter..... 83
— dolde.....105
Agar-Agar.....328
Agarĭcus..184; 266;
328; 329; 363
Agāti..... 334
Agāve....296; 321;
329; 334; 353; 357
Agavefaser.....334
Aggregatae....290
Aglaospŏra ...171;
175; 176
Agnus scythĭcus 362

	§.
Agriōtes	275
Agrostēmma	358; 363
Agrostis	330; 359
Agrostographie	2
Agrōtis	274
Agyrium	178
Ahlbeeren	327
Ahlbeerstrauch	331
Ahlkirsche	363
Ahorn	296; 310; 331
— zucker	340
— e	350
Ahovahibaum	363
Ailanthus	330; 350
Aira	330
Aizōon	348
Akazie	331
— n	296
— nblüten	345
Alabastrum	108
Alae der Blüte	114
Alant	362
Alaria	328
Alizzia	342
Albertia	295
Albūmen	128; 131
Albuminate	209
Albumin	209
Albūrnum	62
Albus	24
Alchemilla	330
Aldrovānda	240
Aleppo-Galläpfel	273
Alerze	332
Alētris	334
Aleurītes	341; 343
Aleuronkörner	37
Alfonsia	343
Algae	156; 157
Algen	156; 157; 294
— farbstoffe	212
— kunde	2; 156
—, phylochromhaltige	169
Algologie	2; 156
Alhenna	347
Alicantesoda	348
Aliens	321
Alisma	363
Alismacēae	291
Alizarin	212; 347
Alkalien, als Gift	264
Alkaloide	208; 249
Alkanna	347; 362
— roth	212; 347
— wurzel	362
Alkoholische Gährung	255
Allgemeine Botanik	2
Allium	328
Alluvialflora	304
Alnus	296; 330; 331; 341; 350
Aloë	64; 207; 334; 345; 357; 362
Aloebitter	207
— faser	334
— holz	322
Alopecūrus	330; 356
Alpen	314
— anlagen	5
— flüsse	304
— klee	330
— kräuter, Region der	300
—, nördliche	300
— rebe	351; 363
— **rose**	350
— — n	331; 357
— sträucher, Region der	300
— veilchen	357; 363
Alpine Region	300; 314
Alpinia	328; 362
Alraunwurzel	363
Alstonia	329; 362
Alte Bäume	262
Alternanthera	353
Alternātim-pinnātum (fol.)	89
Alternirend	18
Altērnus	17
Althaea	334; 339; 347; 352; 362
Altheeschleim	339
Altingia	345
Altoceanisch	320
Aluminium, als Bestandtheil der Pflanze	198
Amanita	363
Amanōa	332
Amarantaceae	286
Amarantaceen, Stämme der	64
Amarantholz	332
Amarantus	321; 326; 349; 352; 353
Amaryllidēae	291
Amarȳllis	357
Amazonas	323
Amberbaum	350
Amboina-Kino	341
Ameisensäure	202
Amelanchier	331; 350
Amentaceae	289
Amēntum	104
Amerikanischer Terpentin	345
Amide	249
—, als Reservenährstoff	252
Amidverbindungen	210
Ammobium	359
Ammoniacum	362
Ammoniakgummi	205; 345
Amöbenbewegung	33; 235
Amōmum	296; 328
Amōrpha	347; 350
Ampelidēae	287
Ampel-Pflanzen	357
Ampelopsis	351
Ampfer	328; 330
Amphibrȳae	284
Amphigastrien	152
Amphitrop	124
Amphitrōpum	124
Amplexa	92
Amplexicaule	84
Ampullae	94
Amsterdam	323
Amurgebiet	323
Amygdalaceae	285
Amygdālae dulces	362
— amārae	362
Amygdalin	206; 249
Amygdālus	327; 339; 343; 350; 362; 363
Amylacēus	180
Amylodextrine	201
Amyloid	201
Amȳlum	38; 201
Amyris	332; 345
Anacamptis	362
Anacardiaceae	287
Anacardium	339; 343; 347; 362
Anacȳclus	362
Anadrome Nerven	147
Anamirta	362; 363
Ananas	129; 327; 328
— faser	334
— kirsche	328
Ananassa	327; 328
Ananaswein	329
Ananthēra	117
Anastatica	223
Anästhetika, Einfluß auf Bewegungen	223
Anatomie	4
—, vergleichende	50
Anatrop	124
Anatrōpum	124
Anceps	9
Anchūsa	347; 362
Andes	323
Andira	362
Andradaea	332; 347
Andreaceen	154
Andrōceum	108; 115
Androgonidien	164
Andromēda	341; 347; 363
Andropōgon	334; 345; 354; 359
Androsporen	162
Aneimia	148
Anemōne	352; 359; 363
Anemophilae	127
Anēthum	328
Aneūra	152
Angebaute Pflanzen	321
Angedrückt	68; 82
Angelica	328
Angewachsen	83; 111
Angewandte Botanik	2; 4
Angiokarpe Flechten	181
— Fruchtkörper	171
Angioptēris	148; 328
Angiospermen	285
—, Blüten der	108
Angiospērmae	285
Angiospermia	280
Angraecum fragrans	345
Anguillūla	268
Angulinervia (folia)	90
Anguſturarinde	362
Anheftung des Blattes	84
Anilin	347
— blau	347
— braun	347
— farben	347

§.
Anilingelb 347
— grau 347
— grün 347
— purpur 347
— roth 347
— schwarz 347
— violett 347
Anis . .328; 345; 362
— holz 332
— öl 362
Anisoplia 275
Ankömmlinge 321
Anlagen 350
Anliegend 82; 131
Annularia .293; 294
Annularien 294
Annülus . . 148; 154; 184
Annüus 80
Anodisch 19
Anoectomeria . .296
Anomale Dikotyledonen 56
— Monokotyledonen 56
— Stämme 63
Anomopteris ...295
Anona 328; 334
Anonacëae 288
Anophyta 284
Anordnung der Gefäßbündel ... 56
— der Gewebe .. 50
Anpassung 261
Ansatz 154
Anschwellungen ...265
Ansiedelung des Myceliums ... 171
Ansiedler 321
Antarktisches Waldgebiet 323
Antennaria 176
Anthela 106
Anthelmintica . .362
Anthemis 347
Antherae oder Antheren 115
Anthere 116
—, Bau der 118
— nährsten 115
— nios 117
Antheridien 140
— der Conservaceen 162
— der Farne 149
— der Florideen . 159
— der Fucoideen . 161

§.
Antheridien der Moose 153
— der Peronosporeen 191
— der Saprolegniaceen 192
— der Siphoneen. 163
Anthina 171
Anthocëros. 152; 154
Anthocerotëae . . 150
Anthoceroteen 150; 154
Anthocyan . . 39; 212; 249
Antholyse 265
Anthomyia 272
Anthonomus ...275
Anthoxanthin 36; 212; 249
Anthoxänthum . 330
Anthracnose 266
Anthriscus 328
Anthurium 357
Anthyllis 330
Antiaris 363
Anticlinen 220
Antidesma 334
Antidrom 19
Antillen 323
Antirrhinum 352
Antiscorbutica . 362
Antiseptische Mittel. 362
Antiseptica 362
Antiskorbutische Mittel 362
Antispastica ...362
Antisyphilitische Mittel 362
Antisyphilitica. . 362
Apetälae . 282; 284; 285
Apex 12
Apfelbaum . 310; 331
— es, Krebs des . . 270
— es, Rost des . . 266
— es, Verbreitung des 324
Apfelfrucht 130
— rindenlaus ...270
— säure 202
— sine 327
— wein 329
Aepfel 327
—, Rostflecke auf . 266
Aphanocyclicae. 288
Aphanomyces . . 192
Aphidii 270

§.
Aphis 270
Aphrodisiäca . . . 362
Aphyllae 283
Api Api 332
Apios 328
Apium 328
Aplotaxis 345
Apocynacëae . . 290
Apocyneen 296
Apocynum . 334; 346
Apogamie 260
— der Farne 149
Apollonias 296
Aponogëton 338
Apophysis 154
Apostrophe 235
Apothecia lecanorina 181
— lecidina 181
Apothecien der Flechten 181
Apothecium 178
Appressus . . . 68; 82
Approximatus . . 82
Aprikosen 327
— baumes, Verbreitung des . . . 324
Aquarien 5
Aquifoliacëae . . 287
Aquilegia . . 252; 263
Aquitanische Stufe. 296
Arabien 323
Arabin 201
Arabisches Gummi 201
Aracächa 328
Arächis . . . 328; 330; 343
Arakatsche 328
Aralia. 334; 350; 353
Araliacëae 285
Araliaceen 296
Araroba 362
Araucaria 296
Arboretum 5
Arbor 80
Arbusen 327; 328
Arbütus . . . 341; 347
Archaeocalamites 294
Archaeopteris . . 294
Archangelica . . . 362
Archegonien 138; 140
— der Farne 149
— der Moose . . . 153
Archesporium 140
Arctostaphylos . 362

§.
Arcyria 196
Ardisia 357
Areal . . 297; 316; 317
Aréca. 296; 329; 341; 362
Arënga . . . 332; 338; 340
Areolen 180
Argania 343
Arganöl 343
Argemöne 343
Argentëus 24
Argentinisches Gebiet 323
Arillus 131
Aristolochia . . 127; 286; 351; 362
Aristolochiacëae 285
Aristolochiaceen . . . 127
Aritëra 332
Arktisch-alpin 320
Arktische Flora . . . 323
Arktotertiär 320
Armeria 352
Armleuchter 349
— gewächse 158
Arnica 362
Aroïdëae 291
Aromatische Säuren 202
Aron 363
Arrak 329
Arrhenathërum . 330
Arrow-root . . . 201; 338
— -wood 332
Arsen, als Bestandtheil der Pflanze. 198
Artemisia 328; 352
Arten 276
—, endemische 320
— Entstehung der. 261
— Zahl der 276
Arthonia 180
Arthopyrenia . . 180
Arthrobötrys . . . 176
Articulatus 68
Artischoke 328
Artisia 294
Artocarpacëae . 289
Artocarpaceen 296
Artocärpus . . . 296; 328; 332; 334; 338; 327; 341; 345; 346

§.
Arum.127; 328; 338; 363
Arūndo....296; 354
Arve.....314
Arzneimittel.....362
— pflanzen.325; 362
Asa foetīda 345; 362
Asand.....205; 345
Asārum ...362; 363
Ascēndens..... 68
Ascenſion.....323
Aſche.....199
— **beſtandtheile** 31; 201; 241
— —, Wanderung der.....251
— **analyſe**.....201
— **u der Pflanzen** 201
— **upflanze**.....357
Aſchgrau..... 24 357
Asci 172; 175
Ascidĭum..... 94
Asclepiadĕae...290
Asclepĭas.334; 347; 363
Ascobŏlus.172; 178
Ascochȳta.176; 266
Ascogon....178; 181
Ascogonium.172; 173
Ascomȳces.....179
Ascomycētes..156; 172
Ascophŏra.....189
Ascosporĕae...156
Ascosporen.....172
— früchte der Flechten.....181
Aſexuelle Fortpflanzung.....260
Asparāgin.210; 249
Asparagin, als Nährſtoff 239
— ſäure.....249
Asparāgus.....328
Asper.....22; 100
Aspergillus 173
Asperŭla.....347
Asphalānthus..332
Asphodĕlus....339
Aspidiophȳllum 296
Aspidĭum..147; 148 362
Aspidospērma..362
Aſpiral..... 17
— e Stellungen. 20
§.
Asplenĭum 148
Aſſam-Kautſchuk..346
Aſſimilation ...237
— Energie, ſpecifiſche.....238
Assonĭa 332
Aſtbrüche.....263
— fäule.....263
— moos 154
Aster.....348; 352
Asterophyllitĕae.....146
Asterophylliteen...145
Asterophylliten ...294
Asterophyllites.293; 294
Aeſtig.....67; 129
Astragălus....329; 330; 339; 362
Astrantĭa.....363
Astrocarўum..296; 330; 343
Aſymmetriſch 8
Atavismus.....261
Ater..... 24
Athanasĭa 359
Athemhöhle..... 53
Athmung 253
— der Blüten...253
— der chlorophyllfreien Pflanzen.253
— der Früchte...253
— der grünen Theile.....253
—, intramoleculare 254
— der Knospen..253
— der Pilze.....253
—, Produkte der..253
— der Samen...253
—, Wärmebildung durch.....256
— der Wurzeln .253
Ati.....332
Atlantis 320
Atlantiſche Provinz..... 323
Atmoſphäriſche Pflanzen.....298
Atomarĭa.....275
Atractўlis. 345
Atragĕne..351; 363
Atrĭplex...328; 348
Atrŏpa....362; 363
Atrophie.....265
Atropin.....208
§.
Atrŏpum.....124
Attalēa334; 335; 336; 343
Attenuātus..... 12
Attich 363
Aufäſten 263
Aufliegend.....131
Auflöſende Mittel.362
Aufnahme der gelöſten Nährſtoffe.243
— von Waſſer...243
Aufrecht.68; 116; 121
Aufrollen, ſpiraliges 225
Aufſpringen der Früchte.....130
— fleiſchiger Pflanzentheile 263
Aufſpringend 130
Aufſteigend....19; 68
Auge..... 66
— **n**, ſchlafende.. 67
— **ntroſt**.....330
Aulacomĭum ...152
Aurantiacĕae...287
Aurantiācus.... 24
Aurĕus 24
Aurikel 352
Ausäſten.....263
— dauernd..... 80
— gerandet..... 12
— geſchnitten.... 12
— geſchweift 86
— geſperrt...68; 259
— läufer 80
Ausländiſche Gehölze.....350
— Holzarten 332
Auſtralien.....323
Auſtraliſche Manna 340
— s Biſamholz..332
— s Gummi....339
Ausſtreuung der Samen...133; 244
Auswärts aufſpringend.....116
— gekehrt.....116
Außenkelch .103; 113
— rinde 58; 60
Aeußere Fruchthaut 129
— Sporenhaut..140
Autonome Bewegungen 222
Autorität 278
§.
Autöciſche Schmarotzerpilze 186
Auxoſporen.....168
Avēna.133; 223; 326; 330; 362
— excordicāta.362
Avicennĭa 332
Avicennien, Stämme der 64
Axe..... 65
— **nbürtige** Samenknospen....124
— **ndrehung** 19
— **norgane**..... 65
Axīlis 120; 131
Axillāris..... 83
Azalēa 350; 357
Azalee.....350; 357
Azōlla.....142
Azoren 323
Azurĕus 24
Azygoſporen 189

Babalach oder Bablach....341; 347
Bacca 129
Baccae junipĕri 362
— lauri 362
— myrtillōrum.362
— rubi idaei...362
— spinae cervinae.....362
Bäche 304
Bacillarĭa.....168
Bacillarien.....168
Bacillienkraut....195
Bacillus... 195
Bacterĭum 195
Bactris 296
Bactrospŏra....181
Badĭus 24
Baeomȳces 180; 181
Bälge 104
Bärlapp.....362
— gewächſe.....145
— ſamen 362
— wurzel.....330
Bahamas.....323
Baiera 295
Bakterien 195
Balaninus.....275
Balanophoracĕae 285
Balata 346
Balata blanc...332
— rouge.....332

§.
Balanophoreen...240
Balata indien..332
Baldrian.....362
— säure.....202
Balgfrucht.....129
— kapsel...129; 130
Baloghia.....341
Balsamapfel....355
— behälter..... 48
— e.....345
— gewächse.....287
— gurke.....363
— kanäle..... 48
— pappel.....350
— tanne.....350
Balsamina.....357
Balsaminaceae.287
Balsamodendron 345; 362
Balsamum canadense.....362
— copaivae...362
— peruvianum.362
Baltische Provinz 323
Bambusa. 296; 334; 336
Bambusrohr....336
Banane.....327
—, Verbreitung der 324
— n.....296
Bandförmige Blume 114
Baphia....332; 347
Baridius.....275
Barilla.....348
Baromez.....362
Baroskampfer...345
Barosma.....362
Barringtonia...343
Bartgerste.....326
— nelke.....352
— weizen.....326
Baryum, als Bestandtheil der Pflanze.....198
—, als Nährstoff.241
Basidien...176; 182; 184; 185; 187
Basidiomycetes 156; 182
Basidiosporeae 156; 182
Basidiosporen....182
Basifixa.....116
Baslienkraut.....357
Basipetal..... 91

§.
Basis 8; 12; 161; 221
Bassia.....343; 346
Bassiafett.....343
Bast.....57; 60; 63
—, sekundärer.... 60
Bastardbildung..261
— e.....261
— irung.....261
— klee.....330
— lorbeer.....357
— mahagoni....332
Bastbündel..... 63
— fasern..... 57
— ring.....57; 60
— stränge..... 60
— theil..... 57
— zone.....57; 60
Batarrea.....183
Batatas.....338
Batate.....328
— n.....326
Batrachospermum 159
Bau der Antheren 118
— der Gefäßbündel 57
— der Pflanzen... 41
— der Zellmembran 27
Bauchig..... 83
Bauchnaht.....120
— pilze.....183
Bauden.....314
Bauhinia...64; 334
Bauholz.....331
Baum..... 80
—, Physiognomie des 79
— blätter als Futter 330
— erde.....263
— **form**..... 79
— — **en**, abnorme 263
— früchte, Verbreitung der...324
— grenze...300; 313
— hasel.....350
— krone..... 79
— mark, eßbares.326
— öl.....203; 362
— schaft.....79
— schwämme....266
— **stamm**..... 79
— —, Verlust des 263
— **wolle**...334; 362
— — **n**papier...334
— — **n**pflanze, Verbreitung der...324

§.
Baumwollsamenkuchen..... 330
— würger.....351
Bäume, alte....262
—, Krüppelformen der.....263
Bdellium.....345
Bean-tree.....332
Beaumontia....334
Becher.....103; 178
— blume.....330
— förmig..... 13
— pilz.....183
Bedecktsamig....285
Bedeguare.....273
Bedingungen, geologisch-historische 320
—, klimatische....318
Beech.....332
Beef wood.....332
Beere.....129; 130
— **n**obst.....327
— **n**zapfen.....139
Befruchtung 127; 260
— der Gefäßkryptogamen.....140
— der Gymnospermen.....138
—, künstliche.....127
— **s**akt.....127; 128
— **s**äule...116; 123
Begonia 332; 347; 357
Begoniaceae...285
Behaart.....22; 120
Behöfte Tüpfel... 29
Beifuß.....328
Beiknospen..... 67
Beinartig..... 23
— well.....362
Bekleidung..... 98
Belladonna.....363
Bellis.....352
Benennung der Blütentheile...111
Benincasa.....355
Benzoe....205; 345
— harz.....362
— säure.....202
Benzoïn.....345
Beobachtungen, phaenologische.....318
Berberideae....288
Berberis..227; 327; 331; 347
Berberitze..327; 331
Bergamotte.....327
Bergamottöl....345

§.
Bergerle.....314
— region.....300
Berindungsfasern. 159
Berippung der Blätter 90
Bernstein..293; 345
— säure.....202
Bertholletia...343; 327; 328
Bertram.....362
Berührungsfläche der Doldenfrucht...130
Beschaffenheit der Blütentheile...111
Beschreibende Botanik.....2; 4
Besen.....331; 335
— förmige Zweigwucherungen...263
— heide.....331
— pfriemen.....331
—, Piassaba-....335
Bestandtheile der Gefäßbündel... 57
— des Holzes... 62
— des Zellinhaltes 34
Bestäubung.... 127
Beta. 328; 329; 330; 340; 347; 349
Betaïn.....249
Betäubende Mittel 362
Betelnüsse.....329
Betula 296; 330; 332; 335; 341; 345; 350
Betulaceae.....289
Betulin.....345
Beulenbrand.....266
Beutelgallen.....269
Beweglich.....116
Bewegung der Chlorophyllkörner....235
— der Desmidiaceen 235
— der Diatomaceen 235
— der Oscillarien 235
— der Schwärmsporen.....235
— der Spaltpilze 195; 235
— der Spermatozoïden.....235
— des Protoplasma 33; 235
— gegen feuchte Körper.....234
— **en**.....228

§.

Bewegung, autonome 222
—, hygroskopische 222; 223
—, inducirte 222
—, Mechanik der 222
—, paratonische ..222
—, spontane 222
—, tägliche 228
Bewegungsformen 222
Bibernelle..328; 330; 336
Bickbeeren.....327
Bicölor 24
Bicörnes.....290
Bicuhibafett 343
Biegsam 23
— keit 215
Biegungsfestigkeit .215
Bienennahrung..330
— wabig 22
Biennis 80
Bier 329
Bigarrade.....327
Bignonia...64; 341; 347; 351
Bignoniacĕae...290
Bignoniaceen, Stämme der... 64
Bilateral..... 8
Bilbergia 334
Bildung der Pflanzenstoffe.....249
— des Pollens ..118
—, rudimentäre ..265
— sabweichungen 265
— ssaft, absteigender.....250
Biloculāris 116; 120; 130
Bilsenkraut..362; 363
Binātum 89
Bindestoffe 334
Bingelkraut.....363
Biologie 2
Bipinnātum 89
Birke.296; 310; 331; 350
— ukampher 345
— ureizker 363
— urinde.....341
Birnbaum.310; 331
—, Pocken des...269
—, Rost des.....266
—, Verbreitung des 324
Birnen 327

§.

Birnförmig..... 14
Bisamholz, australisches 332
Bisy 363
Bismarckbraun...347
Bister 347
Biternātum..... 89
Bittere Extraktivstoffe 207
— Mandeln.....362
Bitterklee.....362
— **mandelbaum**.363
— — öl 204
— stoffe.....207
— süß.351; 362; 363
Bixa 334; 347
Bixacĕae.....287
Black birch....332
Blähungtreibende Mittel.....362
Blanquette 348
Blasen..... 94
— baum 350
— früchte.....159
— füße.....271
— gallen.....269
— tang....348; 349
— ziehende Mittel 362
Blasia.....152
Blastomycētes.156; 194
Blatt.....65; 81
— achsel..... 67
—, Adern des....246
—, Anheftung des 84
— dorn 94
— erbse.....352
— **fläche**.....83; 87
— —, Theilung der 88
— fleckenkrankheiten 266
— formen, eigenthümliche..... 94
— förmig...68; 123
— futter.....330
—, Gefäßbündelverlauf des.... 56
— gewürze.....328
— grün 35; 212; 347
— häutchen..... 83
— käfer 275
— keimer.....131
— kletterer.....226
— knospen..... 79
— läuse.....270

§.

Blatt, Metamorphose des 93
— organe 265
— pflanzen. 353; 357
—, Rand des.... 86
— ranke..... 94
—, Rippen des...246
— scheibe..... 83
— scheide..... 83
— schlauch..... 94
— schorf.....266
— **spur**..... 56
— — stränge.... 56
— stecklinge 259
— stellung....21; 82
— stengel..... 68
— stiefel..... 83
— **stiel** 83
— — blatt 83
— spindel..... 89
— tang 362
—, Theile des ... 83
—, Umfang des.. 85
— wespen 273
— züngelchen.... 83
—, Zusammensetzung des 89
Blättchen 89
Blätter, Abfallen der 257
—, Absterben der.257
—, bodenständige . 82
—, Deckung der.. 92
—, Entwickelung der 91
— der Fucoideen.161
—, grundständige . 82
— der Moose....152
—, panachirte....249
—, reizbare.....227
—, stengelständige. 82
—, Verletzung der 263
—, Verlust der...263
Blaue Farbstoffe.347
Blau..... 24
— grün..... 24
— holz 332; 347
Blechnum..148; 357
Blei, als Bestandtheil der Pflanze.198
— grau 24
— stiftholz.....332
Bleibend 25; 113; 148
Bleichsucht.....249
— süchtig.....241
Blendlinge 261
Blendreng 332

§.

Blindbaum.....363
Blitzschlag.....263
Blume 108
Bluměa.....345
Blumen.....114
— blattlose 285
— kohl.....328
— **krone**...108; 113
— —, lippenförmige 114
— —, unregelmäßige 114
— —, zygomorphe 114
— — **nblätter**108; 114
— pflanzen 352
— uhr.....228
Blutbirke.....350
— buche.....350
— hasel 350
— hirse 326
— laus 266
— roth..... 24
Bluten 247
Blutungsdruck ...247
Blüte.....101
—, Entwickelungsgeschichte der...126
—, gefüllte 265
—, männliche 137
—, nackte.....109
—, unregelmäßige 112
—, unvollständige 109
—, vollständige..108; 109
—, weibliche 137
—, zygomorphe ..112
Blüten, Athmung der 253
— axe.....108; 111
— **blätter**..108; 112
— —, Knospenlage der 112
— boden ..108; 111; 129
—, cyclische.....110
— decke 108
— der Angiospermen.....108
— der Coniferen.137
— der Cycadeen .136
— der Gnetaceen 137
— der Gymnospermen.....135
—, dichogame....260
—-Dimorphismus260
—, Eintheilung der 109

§.
Blüten, einzelne 102
— farben.....249
—, Farbstoffe der 212
— formeln.....110
— grundriß.....110
— **hülle** ..108; 109; 129
— — der Moose 153
— knospe.....108
— kopf.....104
— kuchen.....104
— lager.....104
— lose Pflanzen 140; 280
— pflanzen ..65; 280
— scheide.....103
—, Selbstbefruchtung der.....127
— spelzen.....104
— stand.....102
— **stände**, cymöse 105
— —, gemischte..106
— —, racemöse..104
— —, traubenförmige.....104
— —, trugdoldenförmige.....105
— —, zusammengesetzte.....106
— staub...101; 115; 118
— stiel.....102
— tange.....159
— **theile**.....108
— —, Benennung der 111
— —, Beschaffenheit der.....111
— —, unwesentliche.....111
— —, wesentliche. 111
Bocksbart.....330
— dorn....331; 351
— hornklee.....330
Bocõa.....332
Bocoholz.....332
Boden, Absorptionsfähigkeit des...244
— bildende Gesteine 298
—, dessen Einfluß 298
—, Einfluß auf Farbstoffbildung 249
— holde Pflanzen 298
—, Nässe des....264
— plastik.....299

§.
Bodenständige Blätter..... 82
— stete Pflanzen 298
— temperatur...318
—, Undurchlässigkeit des 264
— vage Pflanzen 298
—, Wasserhaltende Kraft des.....244
Boehmeria.....334
Bogarrier batard 332
Bogennervig..... 90
Bohne.....326
— **n**.....328
— **n**baum..350; 363
— **n**kraut.....328
— **n**strauch 331
Bois Cabri.....332
— cassant.....332
— de Cypre...332
— de fer.....332
— de fer de Judas.....332
— d'imortel....332
— de liège 332
— de lettre....332
— de lettre marbré.....332
— de lettre rouge 332
— de natte....332
— de Rhodes..332
— de Tabac...332
— de tambour .332
— de zebre....332
— épineux blanc 332
— flambeau....332
— marbré.....332
— noir.....332
— satiné 332
Bolax 345
Bolargummi.....345
Boldoblätter.....362
Bolētus...184; 328; 363
— ignarius 362
— laricis 362
Bolivia.....323
Bombax ..330; 332; 334; 339; 343
Bor, als Bestandtheil der Pflanze 198
Boraginĕae 290; 362
Borago.....328
Borassus . 332; 334; 338; 339; 340

§.
Bordeaux, Terpentin von.....345
Boretsch 328
Borke.....54
— **n**käfer 275
— — fraß.....263
Borneokampher .204; 345
— kautschuk....346
— talg.....343
Bornia 294
Borste.....153
— **n**..... 99
— **n**förmig 85
— **n**hirse 326
Borstlich..... 85
Borstig 100; 104; 129
Börstchen 99
Bostrix.....105
Bostrÿchus.....275
Boswellia..345; 362
Botanik..... 1
—, allgemeine... 2
—, angewandte..2; 4
—, aesthetische.... 2
—, beschreibende. 2; 4
—, deskriptive.... 2
—, Garten- 2
—, Geschichte der. 3
—, geschichtliche.. 2
—, industrielle... 2
—, landwirthschaftliche..... 2
—, literarische ... 2
—, medicinische .. 2
—, pharmaceutische 2
—, praktische 2
—, reine..... 2
—, specielle 2
—, technische..... 2
—, theoretische... 2
—, toxikologische.. 2
Botanische Exkursionen 5
— Expeditionen.. 6
— Gärten 5
— Hülfsmittel... 4
— Literatur..... 4
— Reisen..... 6
— Sammlungen. 6
— Zeitschriften... 4
Botis 274
Botrychium....148
Botrydium.....163
Botrytis...177; 178 266
Bouquets 359

§.
Bourbon-Kaffee ..329
Bovista ...183; 328
Bow-wood.....332
Brachsenkraut....143
Brachyphyllum.295
Brackwasser 302
Bractĕa.....137
Bractĕae.....103
Bracteen.....103
Bracteŏlae.....103
Brand....188; 263; 264; 266
— fleckig 24
— krankheiten...188; 266
— pilze....188; 266
Branntwein 329
Brasilienholz.....347
Brasilin....212; 323
Brassica..328; 330; 343; 349
Braun..... 24
—-Hanstein's System.....285
— e Farbstoffe ..347
— kohlenhölzer...293
Bräunlichschwarz . 24
Brechmittel.....262
— nußbäume....363
Breiapfel.....328
Breiig..... 23
Brennborsten.... 99
— haare..... 99
— holz.....331
— nessel 99; 330
— werth des Holzes.....333
Brennende Liebe..352
Brenner der Rebe.266
Briza.....330; 359
Brocken.....300
Brom, als Bestandtheil der Pflanzen 198
Brombeeren 327
Bromelia..329; 334
Bromeliacĕae...291
Bromus ...330; 359
Brosimum 346
Broussonetia..330; 334; 347; 350
Brotbaum..327; 328
— früchte.....326
Bruch.....263; 305
Bruchus 275
Brüchig..... 23
Brucin 208
Bruguiĕra.....347

§.
Brunelle.....330
Brunnenkreſſe....328
Brunnēus..... 24
Bruſtbeeren.....327
Brutknospen 147; 161 259
— knospen der Mooſe.....152
— organe der Mooſe 152
— zellen ...176; 189
— zellen der Mooſe 152
— zwiebeln.....259
Bryīnae.....154
Bryologie..... 2
Bryonīa.....363
Bryopōgon.....180
Bryōpsis.....163
Bryum.....154
Buccoblätter.....362
Bucida....332; 341
Buche.....310; 331
Buchecheröl..... 203
Buchenregion....300
Buchsbaumholz, Venezueliſches..332
Büchſe.....153
Buchtig..... 86
Buchweizen 326; 330
— ſtärke.....338
Buckel..... 22
Buëllīa....338; 347
Bulangeran....332
Bulbillen der Mooſe 152
Bulbilli.....259
Bulbochaëte....162
Bulbus..... 74
Bulgarīa.....178
Bully tree wood 332
Bündel, markſtändige..... 56
— rindeſtändige.. 56
Bunīas.....330
Buntblättrige Spielarten.....350
— farbig..... 24
Bunter Sandſtein 295
Buphane.....363
Bupréstis.....275
Burmanniacēae.291
Bursēra.....345
Burseracēae....287
Bürſten.....335
—, Piaſſaba-....335

§.
Buſch..... 80
— bohne.....326
Büſchel.....105
— haare..... 99
Büſchelig..... 82
Büſchelwurzel 95; 244
Butēa.334; 341; 347
Butomacēae....291
Butter.....203
— ſäuregährung. 255
Büttneriacēae..287
Büttneriaceen....296
Butўrum cacāo.362
Buxacēae.....287
Buxbaum.....331
Buxus.....296; 331
Byssus.....171
Bytūrus.....275

Cabombēae...288
Cacāo.....362
— bohnen.....362
— butter.....343
— öl.....362
Cacteen.....357
Cactus.....339
— **artige**.....285
— — Stämme.. 15
— gewächſe.....357
Cadūcus..... 25
Caenopterīdis, nervatīo.....147
Caeōma...186; 266
Caerulēus..... 24
Caesalpinīa...296; 332; 341; 347; 362
Caesalpiniacēae.285
Cäsalpiniaceen...296
Cäſium, als Nährſtoff.....241
Caïlcedraholz....332
Cajeputöl.....362
Calabarbohnen...362
Calamanderholz..332
Calamarien.293; 294
Calamiten..146; 294
Calamītes.....294
Calamostāchys.294
Calămus..334; 336; 345; 347
Calcar.....114
Calceolarīa....352
Calcium, als Beſtandtheil der Pflanze.....198

§.
Calcium, als Nährſtoff.....237; 241
—, Wanderung des 251
— oxalat.....249
Calendūla. 347; 352
Caliaturholz.....332
Calicīum.....181
Californien.....323
Californiſches Küſten-Gebiet....323
Calla.....357; 363
Calliōpsis.....352
Calliptēris.....294
Callitrichacēae.287
Callitrīche.....360
Callītris..296; 332; 345; 362
Callūna...330; 331; 335; 349
Callus-Bildung..263
Calocēra.....184
Calophўllum..332; 343; 345
Calōthrix.....169
Calotrōpis.334; 346
Caltha....328; 363
Calycanthacēae.288
Calycantheen, Stämme der..... 64
Calycānthus....350
Calyciflōrae283; 285
Calycīum.....180
Calyptospōra..186
Calўptra..51; 153; 154
Calyptrogen..... 51
Calystegīa.....351
Calyx.....108; 113
Cambiform..... 57
Cambiformzellen..250
Cambīum....60; 61
— ring.....57; 60
— ſchicht..... 60
— zellen.....57; 61
Cambriſches Syſtem.....294
Camdeboo Stink wood.....331
Camelīna.....343
Camellīa..343; 357
Camellie.....357
Camote.....328
Campanūla....330; 352; 357
Campanulacēae.290
Campanulāta corōlla.....114

§.
Campanulātus.. 13
Campanulīnae..290
Campecheholz...332; 347; 362
Camphŏra.....332; 345; 362
Campos.....323
Campylodiscus.168
Campylotrop.....124
Campylotrōpum ovŭlum.....124
Camuneng.....332
Camunīum.....332
Camwood.....332
Canada.....323
— balſam.....345; 362
Canadiſches Cedernholz.....331
Canānga.....345
Canaren.....323
Canariengras...330
— ſamen.....326; 330
Canarīum.....345
Candīdus..... 24
Candle wood..332
Canēlla.....328
Canna.....328; 338
Cannabinēae.. 289
Cannābis..329; 334; 343; 353; 362; 363
Cantharēllus..184; 328; 363
Canthăris.....275
Canus..... 24
Capillitīum....174; 183; 196
Capitātus..... 14
Capitŭlum.....104
Capoes.....323
Capparidēae...288
Cappăris.....328
Caprifoliacēae..290
Capsīcum..328; 362
Capsŭla... 129; 130
Capverden.....323
Caràba.....343
Caragāna.....350
Caraghenmoos.328; 339
— ſchleim.....339
Carannaharz.....345
Carapafett.....343
Carbolſäure als Gift.....264
Carbonacēus... 23

§.
Cardamīne.....330
Cardamomen.345; 362
Cardamōmum..362
Cardiāca.....362
Cardioptēris...294
Cardŭus.....361
Carex.....334; 362
Careya.....334
Carīca....327; 329
Carīcae.....362
Carīna der Blüte. 114
Carlīna.....345
Carludovīca....332
Carminatīva...362
Carminroth..... 24
Carnaubawachs..344
Carnēus..... 24
Carnōsa (radix). 96
Carnōsus..... 23
Carobbe de Giuda. 341
Carpēlla...108; 119
Carpellbürtige Samenknospen.....124
Carpelle....108; 119
Carpīnus..296; 331
Carpocāpsa....274
Carpogon.....178
Carpogonīum..172
Carpophŏrum..130
Carposporĕae..156
Carraghen.....362
Carthămus.343; 347
Cartilagineus... 23
Carum...328; 330; 345; 362
Caruncŭla.....131
Carўa.332; 343; 350
Caryophyllacĕae 286
Caryophylli aromatīci.....362
Caryophyllīnae. 286
Caryophўllus..328; 362
Caryopſe...129; 130
Caryōpsis.....129
Caryōta.....338
Cascarillarinde...362
Caſſava, Verbreitung der.....324
— ſtrauch..326; 363
Caſſīa...296; 329; 334; 341; 347; 362
Caſſīda.....275
Castanĕa.296; 327; 331
§.
Castanĕus..... 24
Castanospērmum 332; 338
Castillōa.....346
Caſtrirt.....117
Casuals.....321
Casuariacĕae...289
Casuarīna. 332; 341
Catălpa...332; 350
Catĕchu..341; 347; 362
— gerbſäure....202
— palme.....362
Catingae.....323
Cattleya.....357
Caudex.....79; 80
Caulērpa.....163
Caulīnus..... 82
Caulis.....66; 80
Caulom..... 65
Caulotrētus.... 64
Cavum.....104
Cayennepfeffer...328
Cecidien....240; 266
Cecidomўia....272
Cecropīa.....346
Ceder-Cypreſſe...350
Cedernholz.....332
—, Canadiſches..331
—, rothes.....332
—, Virginiſches .332
—, weißes.....331
Cedrate.....327
Cedrēla.....332
— holz.....332
Cedre noir.....332
Celastrinĕae....287
Celaſtrineen.....296
Celāstrus.....351
Celluloïd.....348
Celluloſe..201; 249
— derivate.....348
— gruppe.....201
—, als Reſervenährſtoff.....252
Celosīa....352; 357
Celtis....127; 296; 332; 334; 336; 341
Cenoman.....296
Centaurēa.....352; 353; 358
Centifolīa (rosa) 357
Centralalpen....300
— aſten.....323
— es Gefäßbündel. 56
Centrālis...121; 131
Centralzelle.....138
§.
Centrifugales Dickenwachsthum.... 29
Centrifugalkraft...230
Centripetales Dickenwachsthum.....29
Centrolepidĕae.291
Centrospērmae.286
Cephaëlis.....363
Cephalānthus..350
Cephalotāxus..350
Cephalōtus..... 94
Cephus.....273
Ceracĕus..... 23
Ceradīa.....345
— harz.....345
Cerambyx.....275
Ceramiaceen.....159
Cerasin.....201
Cerastīum. 330; 353
Cerăsus.....329
Ceratīum.....196
Ceratochlŏa....359
Ceratonīa. 327; 328; 332
Ceratophŏrus..346; 362
Ceratophyllacĕae 289
Ceratophўllum..360
Ceratoptēris...148
Cerbĕra.....363
Cercis...296; 332; 350
Cercospŏra...176; 177; 266
Cerealien.....326
Cerĕus.....357
Cerinſäure.....201
Cerithinſtufe.....296
Cernŭus..... 68
Ceroxўlon.....344
Cetrarīa..180; 326; 330; 362
Ceuthorhўnchus275
Ceuthospŏra...176
Ceylon-Moos....328
Chaerophўllum 328; 363
Chaetocladiaceen..189
Chaetocladīum..189
Chaetomīum...177
Chaetophŏra...162
Chaetoptēris...161
Chagualgummi...339
Chalāza.....124
Chalcas.....332
§.
Chamaecypăris 296; 350
Chamaedorĕa.. 357
Chamaerops...296; 334; 357
Champignon. 184; 328
Chanarſteppe....323
Chantransīa....159
Chara.....158; 349
Characĕae.156; 158
Characeen, Frucht der.....158
— Vorkeim der..158
Characīum.....166
Cheiränthus....352
Chelidonīum...362; 363
Chelidonſäure....202
Chemiſche Beſchaffenheit der Zellmembran.. 31
— Produkte.....348
— Reize.....227
Chêne français des Antilles..332
Chêne des Antilles.....332
Chenopodiacĕae286
Chenopodiaceen, Stämme der... 64
Chenopodīum..326; 328; 362
Chermes.....270
Chicaroth.....347
Chicha.....329
Chileniſches Uebergangsgebiet....323
Chinabaum.....361
— gerbſäure....202
— gras.....334
— roth.....212
— wurzel.....362
Chineſiſch-Japaniſches Gebiet...323
— e Gallen 341; 362
— e Gelbſchoten. 347
— e Primel....357
— e Tuſche.....347
— er Talg. 203; 343
— er Thee.....362
— es Grün.....347
Chinin.....208
Chinidin.....208
Chionānthus...350
Chlaenacĕae....287
Chlar 54

§.
Chlamydosporen..189
Chlor, als Bestandtheil der Pflanze.....198
—, als Nährstoff.241
— anthie.....265
— metalle, als Gift 264
— natrium.....348
Chlorochytrium 166
Chlorogonidien...180
Chlorophyllan...212
Chlorophyll....35; 212; 249; 347; 357
— freie Pflanzen, Athmung der..253
— **haltige** Farbstoffkörper..... 36
— — Parasiten..240
— körner..... 35
— **körper**..... 35
— —, Bewegung der.....235
— **lose** Farbstoffkörper..... 36
Pflanzen..240
Chlorops.....272
Chlorosis.....249
Chlorosporeae..156
Chlorotisch.....241
Chlorozoosporeae 156
Chokolade...329; 362
Chondodendron 362
Chondrus. 328; 339; 362
Chordarieae...161
Choripetala (corolla).....114
Choripetalae...285
Chorisantherie.282
Chorise.....110; 265
Chorista.....334
Christophskraut...363
Chromogene.... 212
Chroococcaceae 169
Chroococcus...169
Chroolepus....162
Chrysanthemum 321; 345; 352; 357
Chrysobalaneae 285
Chrysobalanus.327
Chrysodium....296
Chrysomela....275
Chrysomyxa...186; 266
§.
Chrysurus.....359
Chymarrhis....332
Chytridiaceae.156; 190; 193
Chytridiaceen, Schwärmsporen der.....193
—, Zoosporen der 193
Cibotium..148; 362
Cicer.....326
Cichorie.....328
— **kaffee**.....329
— **wurzel**.....328
Cichorium 328; 329; 330
Cicinnobolus...173
Cicuta.....363
Cigarrenkistenholz.332
Ciliae 99
Ciliatus.....100
Cincinnus.....105
Cinchona.....361
Cinchonidin.....208
Cinchonin.....208
Cinnaria..353; 357
Cinereus..... 24
Cingularia.....294
Cinnabarinus... 24
Cinnamodendron 328
Cinnamomeus... 24
Cinnamomum .296; 328; 345; 362
Circinnata 92
Circulation..... 33
Circumnutation...225
Circumscisse dehiscens.....130
Cirrhus..... 75; 94
Cirsium.....330
Cisäquatoriales Südamerika.....323
Cissus.....357
Cistaceae.....287
Cistus.....345; 362
Citrinus..... 24
Citrone.....327
— **baum**.....357
— **farbig**..... 24
— **öl**.204; 345; 362
— **säure**.....202
Citrus....327; 328; 345; 357; 362
Cladochytrium.193
Cladonia.180; 330; 358
§.
Cladosporium..176
Cladostephus...161
Cladothrix.....195
Cladrastis.....350
Claoxylon.....332
Clarissa.....346
Clathrocystis...169
Clathroptéris...295
Clathrus.....183
Clavaria...184; 328
Clavata corolla.114
Clavatus..... 14
Clavíceps. 175; 176; 177; 266; 362; 363
Clematis...296; 351
Clematitis 363
Cleonus.....275
Clethra....332; 350
Climacium.....152
Closterium.....167
Clusia.....329
Clusiaceae.....287
Cnicus.....362
Cocablätter.....362
— **strauch**.....329
Cocca 120
Coccinea.....355
Coccineus..... 24
Cocconeis.....168
Cocconema.....168
Coccüli indici s. piscatorii....362
Coccülus...64; 296; 334; 363
Cochlearia....328; 348; 362
Cochlospermum334; 339; 347
Cochylis.....274
Cocos....270; 328; 330; 332; 334; 335; 336; 339; 341; 343; 357; 362
Cocosfaser.....334
— **fett**.....203
— **gummi**.....339
— **kuchen**.....330
— **nüsse**.....336
— **nußöl**..203; 343; 362
— **palme**.....362
— —, Verbreitung der.....324
Codein.....208
Codiolum.....166
Coelastrum....165
§.
Coelebogyne...260
Coelosphaerium169
Coenanthium...104
Coenogonium...180
Coenobien.....165
Coenobium ..165
Coffea .329; 361
Coffeaceen.....296
Coffein.....208
Coir.....334
Coix.....326
Cola.....329
Colchicin.....208
Colchicum.362; 363
Coleochaete....160
Coleochaetae..156
Coleochaten.....160
Coleorrhiza.... 95
Coleosporium..186
Colëus.....357
Collaterale Gefäßbündel..... 57
Collema.....180
Collemaceae...180
Collenchym..... 58
Colleteren..... 53
Collodium.... 348
Collomia.....321
Colocasia.248; 328; 338
Coloide.....201
Colombowurzel...362
Colonial-Mahagoni.....332
Colonists.....321
Colophonium..345; 362
Coloquinthen.....363
Colorado**käfer**....275
Colorātus..... 24
Colubrina.....362
Columella.121; 154; 189; 196
Columniferae...287
Colutea.....350
Combinirte Organismen.....294
Combretaceae..285
Comfreifutterpflanze 330
Commelynaceae291
Commissura....130
Complanātus... 68
Complētus flos..109
Compositae....290
Compositen.....296

§.
Compositum (fol.) 89
Comprēssus 9
Comptonīa 296
Concăvum (folium) 104
Concentrische Gefäßbündel..... 57
Conceptacŭla..142; 161
Condoriholz 332
Condurangorinde .362
Confĕrva.....162
Confervacĕae..156; 162
Confervaceen, Antheridien der...162
—, Oosporen der..162
—, Schwärmsporen der 162
Conĭcus..... 14
Conĭcum (receptacŭlum).....104
Conidien..176; 184; 187; 188
— der Peronosporeen.....191
— tragende Fruchthyphen...173; 176
— tragende Stromata.. . 176; 178
— träger..172; 173; 176; 178
Conidĭum.....176
Coniferae.....292
Coniferen.294; 295; 296
—, Blüten der...137
Coniferin.....206
Conĭin.....208
Coniothecium...176
Conium... 362; 363
Conjugātae 156
Conjugaten.....167
Conjugation.40; 155; 167
Connaracĕae...287
Connāta 116
Connātus....83; 84
Connectiv..115; 116
— fortsatz.....116
Connectīvum...115
Conocārpus... 341
Conservirungsmethode des Holzes....333
Consistenz der Pflanzentheile..... 23
Contactreize 227
§.
Contĕxtus..... 47
Contŏrta..... 92
Contŏrtae.....290
Contractile Vacuolen 33
Conus.104; 137; 139
Convallarĭa... 329; 352; 357
Convergirend 90
Convĕxum 104
Convolutīva.... 92
Convolvulacĕae 290
Convolvŭlus...332; 345; 362; 363
Copaĭfĕra.332; 345; 362
Copaiv-Balsam..205; 345; 362
Copal.....205; 345
— harz 362
Copernicĭa.....344
Coprĭnus 184
Copulation..40; 155; 167
Corail végétal..332
Corallĭna 159
Corallorhīza ...240
Corchŏrus 334
Cordaiteen 294
Cordaïtes.....294
Cordātus....12; 85
Cordĭa....332; 334
Cordilleren 323
Cordўceps.175; 177
Cordylĭne.....353
Coremĭum 173
Coriacĕus..... 23
Coriander..328; 362
— öl 345
Coriāndrum... 328; 345; 362
Coriarĭa..330; 341; 363
Cormophўta ...284
Cormophyten 65
Cornacĕae 285
Corněus 23
Cornus ...327; 331; 336; 350
Corŏlla....108; 113
Corolle.....108; 113
Corolliflŏrae ...283
Coromandelholz ..332
Corŏna 114
Coronĭlla 363
Corpuscŭla.....138
§.
Cortex..... 58; 60
— angustūrae verus 362
— cascarillae..362
— cinnamōmi..362
— condurango.362
— fructus auantĭi 362
— fructus citri.362
— granatōrum .362
— ligni quassĭae 362
— mezerĕi.....362
— quercus.....362
— radĭcis granāti 362
— rhamni frangŭlae.....362
— salĭcis 362
— simarūbae...362
— tabernaemontānae.....362
— ulmi interĭor 362
Cortĭces nucum juglandĭum..362
Corydălis 363
Corўlus...296; 327; 331; 336; 350
Corўmbus 104
Corўne 178
Corynephŏrus..330
Coryněum 176
Corўpha.....357
Coscinĭum.....347
Cosmānthus....346
Cosmarĭum 167
Cossignĭa.....332
Cossus.....274
Costa..... 90; 147
Costae 22
Costātus..... 22
Cotoneaster...331; 350
Cotŭla.....347
Cotyledonĕae...283
Cotyledŏnes....131
Coulterĭa 332
Crambe.....328
Cransbeeren 327
Crassŭla.....347
Crassulacĕae...285
Crataegus.327; 331; 350
Credneria.....296
Crednerien 293
Crematoptĕris..295
§.
Crenātum (folĭum) 86
Crenōthrix.....195
Crepis.....363
Cretacĕus..... 24
Cribrarĭa 196
Crinum 357
Criocĕris 275
Crispatĭo 265
Crispum (folĭum) 87
Cristae 22
Cristātus..... 22
Crithmum.....328
348
Crocĕus 24
Crocus....228; 328; 347; 352; 357; 362
Cronartĭum 186
Crotalarĭa 334
Croton....343; 345; 362; 363
Crozophŏra 347
Cruciferae 288
Crustacĕus..23; 180
Cryptocarўa ...332
Cryptocŏccus ..194
Cryptodĭscus...178
Cryptogămae vasculāres 140
Cryptogamĭa...280
Cryptomerĭa ...350
Ctenoptĕris 147
Cuba 323
Cubĕba....328; 362
Cubĕbae.....362
Cubeben.....362
— pfeffer 328
Cucŭmis..327; 328; 340; 355; 363
Cucurbĭta.328; 330; 343; 355
Cucurbitacĕae..290
Cucurbitarĭa..172; 175; 176
Culmflora.....294
Culmus 80
Cumarin 204
Cumĭnum 345
Cuneātum (fol.) 85
Cunoniacĕae...285
Cupressineen.....137
Cupressus.....350
Cupreus 24
Cupŭla....103; 178
Cupulaeformis.. 13
Cupulifĕrae....289

§.
Curare 363
Curarebäume 363
Curculio.....275
Curcüma..328;334; 338; 347; 362
— gelb.....347
— wurzel..328; 362
Curcumin..212; 347
Curvätus 131
Curvinervia . 90
Cuscüta 226; 240
Cuscutacĕae ...290
Cuscuteen..131; 240; 266
Cuticüla....53; 245
Cuticulariſirung.. 31
Cuticularſchichten 53
— ſubſtanz.....201
Cutin.....201
Cyanĕus..... 24
Cyanophyll.....212
Cyathĕa..148; 296; 328
Cyatheaceen.....148
Cyäthus.....183
Cycadĕae.....292
Cycadeen..294; 295
— Blüten der...136
— Stämme der.. 64
Cycadoptĕris...295
Cycadospādix..295
Cycas.....136; 326
Cyclämen.134; 357; 363
Cyclanthĕra....355
Cycliſche Blüten..110
Cyclocārpus....294
Cyclomyces....184
Cycloptĕris 147; 294
Cyclotēlla.....168
Cyclus..... 19
Cyder.....329
Cydonia..327; 331; 339; 350; 362
Cylindrica(radix) 96
Cylindricus...9; 14
Cylindriſch 68
Cylindrospŏra. 177; 162
Cyma.....105
— triflōra 105
— unipăra s. helicoïdĕa 105
— unipăra s. scorpioïdĕa.....105
Cymbelkraut.....357

§.
Cymöſe Blütenſtände.....105
— Dolden.....105
— Köpfchen.....105
— Traube.....105
Cynänchum ...334; 345; 363
Cynăra.....328
Cynareen 227
Cynipiden.....273
Cynips.....273
Cynoglōssum...362
Cynosūrus.....330
Cyperacĕae....291
Cyperaceen.....296
Cypĕrus..328; 329; 334
Cypreſſe.....350
—, mexikaniſche...350
Cypripedium...357
Cyſten, derbwandige 196
Cyſtiden.....184
Cystocŏccus....166
Cystocolĕus....180
Cyſtokarpien.....159
Cyſtolithen 31
Cystoptĕris 148
Cystōpus..191; 266
Cystoseïra.....161
Cytineen..... 65
Cytinus.....363
Cytispŏra.....176
Cytiſporeen.....176
Cytiſus...330; 331; 350
Czekanowskia..295

Dachig..... 92
Dachziegelig...82; 92
Dacryomyces...178
Dactylis...330; 362
Daedaleа.....184
Daguſſa.....326
Dahlie 352
Dalbergia .332; 345
Damara 362
Damaraſichte....362
— harz....205; 362
Dammăra.....345
Dammarharz....345
Damiana.....362
Danaeōpsis 295
Daphne.296; 331; 334; 362; 363

§.
Dasychīra 274
Datisca ...334; 347
Datiscacĕae....285
Datteln.327; 328; 362
Datūra.352; 362; 363
Daturin 208
Daucus...328; 329; 330; 347
Dauergewebe..49; 51
— haftigkeit des Holzes.....333
— der Pflanzentheile 25
der Vegetationsperiode .318
ſporen. 88; 193
der Phykochromaceen ...169
Davalliacĕae...148
Decagynia ...280
Decandolle's Syſtem 283
Decandria 280
Decidŭus...25; 113
Deckblatt.....137
Deckblätter 103
Deckel.....130; 154
Deckgläschen..... 7
Deckklappen.....114
Deckung der Blätter..... 92
Deckzellen.....138
Decomposĭtum . 89
Decorationspflanzen 353
Decürrens 84
Decuſſirt..... 18
Dedoublement...110; 265
Deformationen...265
Dehīscens.....130
Dehiscentia....130
Dehnbarkeit 215
Delesseria.....159
Delgadōa.....295
Delphinium 347; 352; 363
Deltaförmig..... 85
Deltoïdĕum(fol.) 85
Dendrologie..... 2
Denizens.....321
Dentātum (fol.) . 86
Dentes.113; 114; 130
Depazĕa..176; 177; 266
Derbwandige Cyſten.....196

§.
Dermatogen..... 51
Desmidiaceen, Bewegung der....235
Desmidieen.....167
Desmidium.....167
Desmodium....228
Deutſcher Sandarac 345
Deutzia.....350
Devon.....294
Dewalqueia 293; 296
Dextrin.....201
Dextroſe.....201
Diachenium....129
Diadelphia.116; 280
Diadelphiſche Staubgefäße...116
Diageotropismus.232
Diagramm.....110
Diaheliotropismus 233
Dialypetălae..114; 284
Diandrae 290
Diandria.....280
Dianthus..352; 357
Diaphoretica...362
Diaphragmen.... 48
Diaphysis.....265
Diapōrthe.....175
Diaſtaſe....211; 249
Diatōma.....168
Diatomacĕae...156
Diatomaceen ...168
— Bewegung der 235
Diatomin....36; 157
Diatrype ..175; 177
Diatrypella 175
Dichaſien 105
Dichogamen 127
Dichogamie der Blüten 260
Dichotomie..16; 265
—, falſche 16; 67
Dichotomiſch.... 16
— e Verzweigung 16
Dichotŏmus.... 16
Dichtigkeit des Holzes.....333
Dickenwachsthum, centrifugales... 29
—, centripetales.. 29
—, ſecundäres.... 59
— der Zellhaut.. 29
Dicksonia..148; 295

§.
Zizania 326
Zizyphus .. 296; 327; 330; 341; 345; 347
Zoidiophilae ... 127
Zoogloeaform 195
Zoosporangium .. 163
Zoosporangien der Chytridiaceen 193
— der Saprolegniaceen 192
Zoosporĕae 156
Zoosporen ... 33; 155
Zostĕra ... 348; 349
Zottig 100
Zuchtwahl 261
Züchtung 261
Zucker 201; 340
—, gemeiner 201
— arten 39; 201; 249
— birke 350
— hirse 330
— rübe 328
— wurzel .. 328; 330
Zugespitzt 12
Zugfestigkeit 215
— spannung 219
Zungenförmige Blumenkrone 114
Zürbelnüsse 327
Zürgelbaum 331
Zurückgekrümmt .. 82
— gerollt 87; 92
Zusammengedrückt 9
— gerollt 92
— gesetztes Blatt. 89
— gesetzte Aehren 106

§.
Zusammengesetzte Blütenstände ... 106
— — cymöse Trauben 106
— — Dolden ... 106
— — Fruchtträger 175
— — Haare 98
— — Stärkekörner 38
— — Staubblätter 116
— — Trugdolde 106
— leben der Pflanzen 301
— setzung des Blattes 89
— ziehende Mittel 362
Zwanzigmännige Pflanzen 280
Zweiaxig 78
— bettig 109
— **brüderige** Pflanzen 280
— — Staubgefäße 116
— fächerig. 116; 120; 130
— farbig 24
— flügler 272
— geschlechtige Blüte 109
— gliederig 110
— **häufige** Blüte 109
— — Moose 153
— — Pflanzen. 260; 280

§.
Zweijährig 80
— knöpfig 120
— lippige 113
— mächtig 117
— mächtige Pflanzen 280
— männig 290
— männige Pflanzen 280
— samenlappige Pflanzen. 131; 285
— schneidig 9
— seitig 8
— weibig 280
— zählig 89
— zeilig 19; 82
Zweig 15
— dürre 263
— vorkeime 158
— wucherungen, besenförmige .. 263
Zweige 67
—, achselständige . 67
—, primäre 15
— sekundäre 15
Zwerg 220; 264
— birke 296
— hollunder 363
— kirschaum 331; 350
— mandelbaum . 350
— mispel 331
Zwetschen 327
— baum 331
Zwiebel 74; 328
— gewächse 357

§.
Zwiebelschalen ... 74
— scheibe 74
Zwiebeln 328
—, als Reservestoffbehälter ... 252
Zwischenband ... 115
— gänge 48
— knotenstück 66
— stränge 60
Zwitterblüte . 109; 260
Zwölfmännige Pflanzen 280
— weibige Pflanzen 280
Zygnēma 167
Zygnemeen 167
Zygomorph ... 8; 110
Zygomorphe Blumenkrone 114
— Blüte 112
Zygomyceten ... 189
—, Sporangium der 189
—, Zygosporen der 189
Zygomycētes .. 156; 189
Zygophyllacĕae 287
Zygospore . 40; 155; 164; 167; 193
— n der Zygomyceten 189
Zygosporĕae ... 156
Zygote 40

Q
158
L65
v.2
pt.1
1883
LANE
HIST

§.

Eichen (Samenknospe).....124
— gallen.....273
— gerbsäure.....202
— rinde...341; 362
— roth....212; 347
Eichler's System.285
Eierpflanze.....328
— stock.....120
Eiförmig.....10; 85
Eigenrichtung....222
Eigenschaften der Nutzhölzer.....333
—, optische.....216
Eigentliche Pilze 170
— Trugdolden...105
Eigenthümliche Blattformen..... 94
Eigenwinkel.....222
Eihülle.....124
— kern.....124
— knospen.....158
Einarig.....67; 78
Einbeere.....363
Einbettig.....109
Einblätterig 112; 113; 114; 120
Einbrüderig....116
— e Pflanzen...280
Einfach 15; 67; 89; 96
— gefaltet..... 92
— e Fruchtkörper 175
— e Staubblätter 116
— er Sproß.... 67
Einfächerig.116; 120; 130
Einfassungen.....354
Einfluß des Bodens.....298
— der Meereshöhe 300
— des Menschen 321
Eingebürgerte Pflanzen.....321
Eingeführte Pflanzen.....321
Eingekrümmt.... 92
Eingerollt..... 92
Eingeschlechtige Blüte 109
Einhäusig.....260
— e Blüte.....109
— e Moose.....153
— e Pflanze....280
Einhüllende Mittel 362
Einjährig..... 80
Einkorn.....326
—, Verbreitung des 324

§.

Einlippig.....113
— e Blumenkrone 114
Einmännige Pflanzen 280
Einpaarig-gefiedert 89
Einsamenlappige Pflanzen..131; 291
Einsamige Früchte 129
Einseitwendige Traube 104
Eintheilung der Blüten.....109
— der Thallophyten 156
Einwanderer.....321
Einwärts-aufspringend.....116
— gekehrt.....116
Einweibige Pflanzen.....280
Einzelblüte.....102
Einzellige Haare 98
— Pflanzen 26; 41; 65
Einzelne Blüten..102
Einzelpflanzen....353
Eirund..... 85
Eisen, als Bestandtheil der Pflanze 198
— als Nährstoff.237; 241
— **holz**.....332
— —, schwarzes..332
— hut.....362; 363
— vitriol, als Gift 264
Eiskraut.....348
— zeit.....320
Eiweiß.....128
— des Samens. 131
— haltige Samen 131
— lose Samen..131
— **stoffe**... 209; 249
— —, als Reservenährstoff.....252
Eizelle.128; 140; 260
Elaeagnacĕae..285
Elaeagnus.....350
Elaeïs.....296; 343
Elaeocŏcca....345
Elaeodēndron..332
Elaïs.....330
Elaphomўces...174
Elaphrĭum.....345
Elastĭce dehiscens 130
Elastisch-aufspringend.....130
Elasticität.....215

§.

Elasticitätsbewegungen.....224
Elateren....146; 154
Elatinacĕae....287
Elektricität der Pflanze 218
Elementar-Organe der Pflanze.... 26
Elemente der Pflanzen.....198
—, organische...198
Elemi.....345
— harz.....205
Elephantenläuse..362
Elettarĭa. 328; 345; 362
Eleusine..... 326
Eleutheropetăla (corŏlla).112; 114
Eleutheropetălae 285
Eleutherophўllum (perigonĭum).113
Eleutherosepălus (calyx)..112; 113
Elevationsregen..319
Elfenbein, vegetabilisches.....336
Ellipsoïdĕus... 14
Ellipsoidisch..... 14
Elliptĭcus..... 85
Elliptisch.....10; 85
Elodĕa....321; 360
Elsebeerbaum..331; 348
— **en**.....310; 327
Elsholtzĭa.....321
Emarginātus... 12
Embryo..128; 131; 128
— der Farne....149
— der Gefäßkryptogamen.....140
— der Moose...153
—, Entwickelung des.....132
—, Fuß des.....140
— kügelchen 128; 132
Embryonālis (saccŭlus).....124
Embryosack 101; 124; 138
Emergenzen..... 99
Emetĭca.....362
Emmenagōga...362
Emmerkorn.....326

§.

Emmer, Verbreitung des.....324
Emollientĭa....362
Empetracĕae...287
Empĕtrum.....331
Empleurum....362
Empūsa.....187
Emulsin.....211
Enantioblástae.291
Encephalártos..326
Endemische Arten 320
Endemismus....320
Endiändra.....332
Endivien.....328
Endknospe..... 67
Endlicher's System 284
Endocarpĭum..129
Endodermis..... 58
Endogĕnae.....283
Endophўllum...186
Endophyten.....171
Endosperm.128; 131; 138; 252
Endospore Myromyceten.....196
Endosporĭum..140; 154
Endopyrenĭum.180
Endsproß..... 67
— sprosser.....284
— sprossung.....265
— **ständig**.....102
— — **er** Ring..148
— umsprosser....284
Engelsüß.....362
Engerlinge.....275
Englisches Raygras 356
Enneagynĭa....280
Enneandrĭa....280
Ensiförme (fol.). 85
Enteromŏrpha..328
Entfernte Blätter.. 82
Entlaubung.....263
Entleerung.....257
—, herbstliche....257
Entomophĭlae..127
Entomophthŏra 187
Entomophthorĕae 156; 182; 187
Entrindung.....263
Entstehung der Arten 261
Entwickelung der Blätter..... 91
— des Embryo..132

§.
Entwickelungsgeschichte der Blüte 126
Entylōma 188
Enzian 362
— bitter 206
Eocān 296
Eophyton 294
Eophytische Epoche 294
Eoptēris 294
Epacridĕae 290
Ephēbe 180; 181
Epheu 331; 351; 357; 358; 363
— harz 345
Epicarpium 129
Epichlōë .. 175; 176 266
Epidermis .. 53; 245
Epidermoidalorgane 53
Epigynisch 111
Epigynus 111
Epilachna 275
Epilobium 334
Epinastisch .. 220; 225
Epipetalie 282
Epiphrāgma ... 154
Epiphyten ... 171; 319
Epipogium 240
Episēma 274
Epispastica 362
Episporium 140
Epistaminie 282
Epistrophe 235
Epithema 56
Epoche, Cophytische 294
—, Palāophytische 294
—, Quaternäre ... 296
Equisetacēae ... 146
Equisetaceen . 294; 295
Equisētum . 146; 335
Eragrōstis . 326; 359
Erbse 326
Erdbeere 129
— n 327
Erdeichel 328
— flöhe 275
— kastanie 328
— klee 330
— krebs 266
— **mandel** 328
— — kaffee 329
— **nuß** 328
— — kuchen 330
— raupen 274
— scheibe 363
— stern 183

§.
Erēcta (anthēra) 116
Erēctus 68; 121
Erfrieren ... 262; 264
Erhabenheiten 22
Erianthus .. 354; 359
Erica 331; 357
Ericacĕae 290
Ericaceen 296
Erinĕum 269
Erinocārpus 334
Eriocaulacĕae .. 291
Eriodēndron ... 343
Eriophŏrum 334
Erle . 296; 310; 331; 348; 350
— **nbrücher** 305
— —, Flora der 305
Ernährung 236
Erstickung 264
Ersatztriebe 263
— faserzellen 62
Erodium 223
Erschütterung, Einfluß auf die Verdunstung 245
Ervum 326; 330
Erweichende Mittel 362
Erysiphe . 172; 173; 266
Erythraea 362
Erythrīna . 332; 334; 352
Erythrodextrin ... 201
Erythrophloeum 363
Erythrophyll 212
Erythroxylacĕae 287
Erythroxylon . 329; 332; 337; 347; 362
Escalloniacĕae . 285
Esche .. 310; 331; 350
Esdragon 328
Esparsette 330
Espartofaser 334
Espe .. 310; 331; 350
Essigbaum .. 350; 351
— baumholz 332
— säuregährung . 255
Eßbare Knollen . 326
— Meeralgen 328
— Pilze 328
— Schwämme .. 328
— Wurzelstöcke .. 326
— s Baummark . 326
Ete 323
Etiolement 249
Etiolin 212; 249

§.
Etioliren 220; 264
Eucalyptus 332; 340; 341
Eucheūma 328
Eucyclicae 287
Eucleă 332
Eudorina 164
Eugenia 332
Eugeogen 298
Eumōlpus 275
Eupatorium 341; 347
Euphorbia 345; 346; 362; 363
Euphorbiacēae . 287
Euphorbienharz . 205; 363
Euphorbium 345; 362
Euphrasia . 240; 330
Eupteridis, nervatio 147
Eurotium .. 172; 173
Eurybia 332
Euterpe ... 328; 332
Eutypa 175
Evernia 180
Evernsäure 212
Evonymus . 331; 363
Excentricus (embryo) 131
Excentrisch 131
Excipŭlum 181
Excisus 12
Excoecaria 332; 363
Exidia 185
Exine 118
Exkursionen, botanische 6
Exoāscus 179
Exobasidium ... 184
Exogĕnae 283
Expeditionen, botanische 6
Exposition 299
Exospore Myxomyceten 196
Exosporium ... 140; 154; 176
Exostēmma 332
Extractivstoffe, bittere 207
Extrorsae (anthērae) 116

Fachspaltige Kapsel 130
Fächer der Frucht 120

§.
Fadenalgen 162
— apparat 128
— förmig 68; 96
Fäden 170
—, sporenbildende 188
Fädlich 68; 96
Fagraea 332
Fagus 296; 331; 343; 350
Faham oder Faham-Blätter .. 345
Fahlgelb 24
Fahne der Blumenkrone 114
Fahnenhafer 326
Falsche Dichotomie 16; 67
— Scheidewände . 120
Faltenschwamm .. 184; 363
Faltung der Zellhaut 28
Familie 279
—, natürliche 279
— n, Wohnbezirk der 322
Farbe 216
— der Pflanzentheile 24
Farbestoffe .. 36; 39; 212; 249; 347
—, blaue 347
—, braune 347
—, gelbe 347
—, grüne 347
—, rothe 347
—, schwarze 347
— der Blüten ... 212
— der Früchte .. 212
— der Hölzer 212
—, violette 347
Farbstoffkörper .. 36
—, chlorophyllhaltige 36
—, chlorophyllose 36
— bläschen 36
— krystalloïde ... 36
Färberknöterich .. 347
— pflanzen 347
— rötheartige ... 290
— scharte 347
— Waldmeister .. 347
Farina avēnae 362
— tritici 362

§.
Farne 147; 294; 295; 296
—, Antheridien der 149
—, Apogamie der 149
—, Archegonien der 149
—, Embryo der 149
—, Nervatur der 147
—, Spermatozoiden der 149
—, Sporangien der 148
—, Vorkeim der 149
Farnkrautwolle 362
— kräuter 147
— kunde 2
— stamm 147
Fasciation 265
Fasciculāta (fol.) 82
Fascicŭlus 105
Fasergewebe 49
— pflanzen 334
— stränge 49
— wurzel 95
— zellen 62
Faulbaum 331; 348; 362; 363
Faulige Gährung 255
Fäule 263
Fäulniß 255
— bewohner 170; 240
— widrige Mittel 362
Favellae 159
Favŏlus 184
Federchen 131
— förmig 123
— harz 205
Federig 129
Federkrone 129
— nelke 352
Fegatella 153
Fehlender Pappus 129
Fehlschlagen 109; 265
Feigen 327; 362
— baum 296; 331; 362
— frucht 104; 127; 129
Feingrubig 104
Feinde der Pflanzen 263
Feldfrüchte 325
Felsenbirn 331; 350
— pflanzen 307; 312
Femineus (flos) 109
Fenchel 362
— öl 204; 345; 362
Fenn 305
Fennich 326
Ferkelkraut 330
Fermente 211
— peptonisirende 249
Fernambukholz 332; 347; 362
Ferner 314
Ferolĭa 332
Ferolienholz 332
Feronĭa 339
Ferugineus 24
Ferŭla 345; 362
Festigkeit des Holzes 333
— smodul 215
Festigung der Pflanze 215
Festŭca 330; 356
Fette Oele 39; 203; 249
Fetthenne 328
— säuren 203
Feuchtigkeit, Vertheilung der 319
Feuerbohne 351
— farbig 24
— kraut 358
— lilie 352
— schwamm 362
Fibrillae 95
Fibrovasalstränge 49; 55; 246
Ficaria 97
Fichte 310; 350; 362
—, Gelbsucht der 266
— harz 205; 345; 362
Fichtennadelacidium 266
— rost 266
Ficus 296; 327; 330; 331; 334; 344; 345; 346; 357; 362
Fidji-Inseln 323
Fidonĭa 274
Fiebermittel 362
Federförmig 88
— nervig 90
— schnittig 88
— spaltig 88
— theilig 88
Fieldĭa 332
Filamentōsus (thallus) 180
Filamentum 115
Filices 147
Filiformis 68; 96
Filz 305
— gewebe 47; 49; 170
Filzig 100
Filzkoppe 314
— krankheit 269
Fingerhirse 330
— hut 352; 363
— kraut 330
Firnißsumach 363
Fisetholz 332; 347
Fissus 11
Fistulina 328
Fitz-Roya 332
Flabellaria 296
Flach 92; 104; 131
Fläche des Blattes 87
— nförmig 9
— ngebilde 9; 10
— nwachsthum der Zellhaut 28
Flachs 334
—, neuseeländischer 334
seide 240; 266
—, Verbreitung des 324
Flagellum 80
Flammenblume 352
Flammeus 24
Flaschenbaum 328
— förmig 13
— kürbis 355
Flaumig od. flaumhaarig 100
Flavus 24
Flechten 156; 180
—, angiokarpe 181
—, Apothecien der 181
—, Ascosporenfrüchte der 181
—, gymnokarpe 181
— kunde 2; 156
—, Perithecien der 181
—, Spermogonien der 181
—, Sporenschläuche der 181
— säuren 202; 212
— stärke 201
—, Thallus der 180
Flechtstoffe 334
— werke 334
Fleischfarbig 24
Fleischig 23; 96
— e Pflanzentheile, Aufspringen der 263
Fleischverdauende Pflanzen 240
Flexilis 23
Flexuōsus (caulis) 68
Flieder 331; 347
— thee 329
Fliegen 272
— falle 227; 240
— schwamm 184; 329; 363
Fließende Gewässer 303
— Gräben 304
Flockenblume 352; 358
Flockiges Mycelium 171
Flohsamenschleim 339
Flora, Arktische 323
— der Dörfer 311
— der Ebene 302
— der Erlenbrücher 305
— der Heideflächen 309
— der Hügel 307
— der Mauern 311
— der Meeresküste 302
— der Moore 305
— der Süßwasser 303
— der Ufer und Flüsse 304
— des Waldes 310; 313
— der Wiese 306
— sandiger Flächen 307
— steinigen Bodens 307
— unkultivirter Flächen 307
Florengebiete, natürliche 323
Flores arnicae 362
— montānae 362
— chamomillae vulgaris 362
— — romānae 362
— discoīdei 104
— granāti 362
— kusso 362
— malvae 362
— — vulgāris 362
— — arborēae 362
— melilōti 362
— primŭlae veris 362
— radiāti 104
— rosārum 362

§.
Flores tiliae ...362
— violae odoratae 362
Floridĕae..156; 159
Florideen 159
—, Antheridien der 159
—, Oosporen der..159
Floripărae (gemmae) 79
Flos.....101
— solitarius ...102
Flugapparate....133
— brand 266
Flüchtige Oele ...204
Flügel der Blumenkrone.....114
— frucht ...129; 130
— nußbaum 350
Fluor, als Bestandtheil der Pflanze 198
Flußufer.....304
Foenicŭlum....328; 345; 362
Föhre.....331
Folgemeristem.... 51
Folia bucco....362
— coca.....362
— jaborandi...362
— jugłandis ...362
— lauri.....362
— laurocerăsi..362
— malvae vulgăris 362
— rhois toxicodĕndri.....362
— rutae hortensis 362
— sennae.....362
— uvae ursi...362
Foliacĕae.....283
Foliacĕus (thallus) 180
Foliatio..... 92
Foliipărae (gemmae)..... 79
Foliŏla 89
Folium 81
Follicŭlus.....129
Forest oak 332
Formaldehyd 238
Formbäume.....263
— lehre..... 2
— der Staubgefäße 116
Formylsäure.....202
Fornices.....114
Forstbotanik..... 2
§.
Forstliche Kulturpflanzen 325
Forsythia..... 350
Fortpflanzung . .65; 258; 260
—, aseruelle 260
— der Moose ...153
—, geschlechtliche..260
—, seruelle 260
— sorgane..... 65
—, ungeschlechtliche 260
Foureroya 334
Foveae 22
Foveŏlae 22
Foveolātus..... 22
Fovilla 118
Fragaria.....327
Fragilaria 168
Fragilis 23
Francoacĕae ...285
Frangulinae....287
Frankeniacĕae . 287
Frankfurterschwarz 347
Franzosenholz....322
Fraxinin.....206
Fraxinus . 330; 331; 340; 350; 362
Frei.....111; 112
— e Zellbildung. 40
— fädiges Mycelium.....171
— landpflanzen.. 5
Frigāna.....323
Fritfliege.....272
Fritilaria..352; 363
Frondoser Stengel 152
Frondōsus 180
Frons 147; 161
Froschbiß.....360
— löffel.....363
Frostkrebs 264
— spalten.....264
Frucht....101; 129
— augen 79
— äste der Fucoideen 161
— behälter.....161
— bildung..... 258
— **blätter**..108; 119
— — der Fucoideen 161
— boden ..104; 108; 111
— der Characeen 158
— der Gymnospermen.....139
— brei.....130
§.
Fruchtfutter.....330
— gehäuse.....129
— **haut**.....184
— —, äußere...129
— —, innere....129
— —, mittlere ..129
— häufchen.148; 161
— hülle.....129
— **hyphe**.....171
— — **n**.....178
— —, Conidientragende..173; 176
— kätzchen 129
— kelch 129
— knoten..119; 120; 129
— **körper**.....171
— —, angiokarpe 171
— — der Hautpilze 184
— — der Hymenomyceten.....184
— —, einfache ..175
— —, gymnokarpe 171
— sammlungen.. 6
— schicht 175
— stände der Moose 153
— **träger**..130; 171
— —, zusammengesetzte.....175
— zucker 201
Früchte, Athmung der 253
— der Thallophyten 155
—, echte.....129
—, einsamige....129
—, falsche.....129
—, Farbstoffe der 212
—, vielsamige ...129
Fructification....258
Fructus.....129
— aurantii immatūri.....362
— capsici annŭi 362
— papavĕris immatūri 362
— pimentae ...362
Frühjahrsholz 62; 246
Frührosen.....350
Frühtreiben 220
Frullania 152
Frustranĕa (ordo) 280
Frustulia 168
Frutex..... 80
§.
Fruticulōsus ...180
Fucacĕae 156
Fuchsia.....357
Fuchsien 357
Fuchsin.....347
Fuchsschwanz ..349; 352
— gras.....330
Fucoidĕae . 156; 161
Fucoideen, Adventivsprosse der 161
—, Antheridien der 161
—, Blätter der ...161
—, Fruchtäste der .161
—, Fruchtblätter der 161
—, Haare der 161
—, Oogonien der . 161
—, Oosporen der..161
—, Sporangien der 161
Fucus . 161; 348; 349
Fuge.....130
Fugenfläche.....130
Fulvus..... 24
Fumago ..176; 177; 266
Fumaria.....362
Fumariacĕae...288
Fumarsäure 202
Fumĕus..... 24
Fumigātus 24
Funaria.....154
Fünfeckig..... 9
Fünferzeilen 19
Fünffingerig 89
— gliederig 110
— kantig 9
— lappig..... 88
— männige Pflanzen 280
— rippig 90
— seitig..... 9
— weibig.....280
— zählig..... 89
Fungi 156; 170
Fungus chirurgōrum 362
— larīcis 362
Funicŭlus..124; 131
Funkia 352
Funkie 352
Furcātus..... 16
Fuscus. 24
Fusicladiu-
Fusiform

§.
Fußabtreter 334
— decken 334
— des Embryo..140
— förmig..... 89
Futtererbse 330
— gräser 330
— kräuter 330
— linse 330
— mais.....330
— pflanzen 330
— roggen.....330
— trespe 330
— wicke....326; 330

Gabelhaare 99
Gabelig 16
Gabonholz 332
Gagel 331
Gährung.....255
—, alkoholische...255
—, faulige.....255
—, schleimige....255
Gaisblatt 331
Galactodēndron 329
Galánthus.....352
Galapagos-Inseln 323
Galbánum .345; 362
Galbŭlus.....139
Galēga 330; 347
Galeh 332
Galeōpsis.....329
Galgantwurzel ..328; 362
Galimetta wood 332
Galinsogĕa.....321
Galipĕa.....362
Gallum....330; 347
Gallae chinénses 362
Galläpfel..272; 341
— eiche 362
— gerbsäure.....202
Gallen 266; 267; 362
— chinesische.....341
Gallertalgen 166; 169
— artig 23
— flechte 180
Gallmilben.....268
— mücken 272
Gallusgerbsäure..202
Gallwespen.....273
Gambir 341
Gambohanf 334
Gameten..... 40
Gamopetăla (corŏlla)....112; 114
Gamopetălae ..284; 290
Gamosepălus...112
Gangan.....332
Gänge..... 48
Gänsedisteln 330
Ganz....83; 88; 123
— randig..... 86
Garcinĭa..327; 343; 345; 362; 363
Gardenĭa 347
Gartenampfer...328
— aster 352
— balsamine352; 357
— blumen.....352
— botanik 2
— gleiße 363
— hyacinthe.....357
— kresse 328
— mohn 352
— pflanzen 325
— primel.....352
— ranunkel 352
— raute.....328
— rittersporn....352
— rosen....350; 357
— salat 328
— thymian 328
— tulpe....352; 357
— wucherblume..352
Gärten 311
—, botanische.... 5
Gasaustausch 242
Gasteromycētes156; 132; 183
Gastropăcha ...245
Gattungen 277
—, Wohnbezirke der 322
Gaultherĭa.....329
Geäster.....183
Gebiet, Argentinisches 323
—, Chinesisch-Japanisches.....323
—, Mexikanisches. 323
Gebuckelt 22
Gedreht..... 92
Gedreiet 89
Gefaltet 87
— es Blatt.....131
Gefärbt..... 24
Gefäßbündel 49; 55; 246
—, Anordnung der 56
Gefäßbündel, Bau der 57
— Bestandtheile der 57
—, centrales..... 56
—, collaterale.... 57
—, concentrische.. 57
— enden..... 57
—, radiale 57
— scheide.....57; 58
— unvollkommene 57
— verbindungen . 57
— **verlauf** 246
— — des Blattes 56
— — der Dikotyledonen..... 56
— — der Gefäßkryptogamen... 56
— — der Monokotyledonen.... 56
Gefäße.....44; 62
Gefäßkryptogamen 65; 294
—, Befruchtung der 140
—, Embryo der..140
—, Gefäßbündelverlauf der.... 56
— —, Geschlechtsorgane der 140
—, Keimblatt der 140
—, Kotyledonen der 140
—, Morphologie der 140
— mit einerlei Sporen.....144
— mit zweierlei Sporen.....141
Gefäßpflanzen.... 65
Gefäßtheil..... 57
Gefiedert..... 89
Gefingert 89
Geflechtpflanzen ..334
Gefleckt..... 24
Geflügelt 68; 131
Gefrieren 264
Gefüllte Blüten..265
Gefurcht 22
Gegenfüßler.....128
— keimig 291
— läufig 19; 124
— ständig 18
— überstehend-gefiedert..... 89
Gegliedert..... 68
Gehülfinnen 128
Geigenharz.....205
Geisblatt 351
Geissospérmum 362
Geistige Getränke.329
Geißraute.....330
Gekerbt..... 86
Gekniet..... 68
Gekreuzt..... 18
Gekrümmt 131
Gelappt.....123
Gelatinösus 23
Gelb 24
— beeren 347
— **e** Farbstoffe..347
— holz 332; 347; 350
— schoten, Chinesische 347
— **sucht**.....249
— — der Fichten 266
— süchtig.....241
Gelenke.....222
Gelidĭum ..159; 328
Gelöste Nährstoffe, Aufnahme der..243
Gemeiner Zucker .201
Geminēlla.....188
Gemischte Blütenstände 106
Gemma.....66; 79
Gemmae floripărae 79
— foliipărae... 79
— popŭli 362
Gemmen ...176; 189
Gemüsekräuter...328
— pflanzen.325; 328
Genagelt.....115
Genähert..... 82
Generation.....260
— **s**wechsel .155; 260
Geniculatus (caulis) 68
Genießbare Milchsäfte.....329
Genipa 332
Genista...330; 331; 347; 349
Gentiāna...127; 362
Gentianaceae...290
Genus 277
Genußmittel, narkotische.....329
Geoglōssum....178
Geographische Verbreitung der Pflanzen..296; 316

§.
Geologisch-historische Bedingungen...320
Geomĕtra.....274
Geonōma.....296
Georgīna.....352
Georgine.....352
Geotropisch.....229
Geotropismus....229
Gerade.....68; 131
— Reihe..... 17
Geradknospe....124
— nervig..... 90
Geraniacĕae....287
Geranĭum..133; 223
Gerbepflanzen....341
Gerberei.....341
— lohe.....349
— strauch.....363
Gerbsäure..202; 249
— stoffe 39; 202; 331
Gerieft..... 22
Gerippt..... 22
Germen.....120
Germer....362; 363
Gerste.....326; 330
—, Verbreitung der 324
— **n**stärke.....338
Gesägt..... 86
Geschichte der Botanik 3
— der Kulturpflanzen 324
Geschichteter Thallus 180
Geschichtliche Botanik 2
Geschirrhölzer....331
Geschlängelt..... 68
Geschlechtliche Fortpflanzung.....260
Geschlechtslos...109
— **organe** .101; 260
— — der Gefäßkryptogamen...140
— — der Moose 153
— der Saprolegniaceen.....192
— pflanzen.....280
— system.....280
— trieb erregende Mittel.....362
Geschlitzblättrige Spielarten....350
Geschwindigkeit der Wasserbewegung 246

§.
Gesneracĕae...290
Gesnerĭa.....357
Gespalten 11; 83; 123
Gespinnstfasern.334
— pflanzen.....334
Gestalt der Pflanzenzelle..... 26
Gespreitzt..... 68
Gestauchtes Rhizom 72
Gesteine, bodenbildende 298
Gestelle.....180
Gestielt.....84; 129
Gestreift..... 22
Gestutzt..... 12
Getheilt..... 11
Getränke.....329
—, geistige.....329
Getreide.....326
— fennich.....326
— gräser.....326
— kräuter.....326
—, Lagern des...220
— **pflanzen** 325; 326
— , Verbreitung der.....324
— rost.....186; 266
Getrenntblättrig 112; 113
— **e** Blumenkrone 114; 285
Getrenntläufige Stränge..... 56
Getüpfelt..... 29
Geum.....328; 362
Gewächse, vorweltliche.....293
Gewächshäuser.. 5
— kunde..... 1
Gewässer, fließende 303
—, stehende.....303
Gewebe..... 47
—, Anordnung der 50
— arten..... 49
—, leitende.....250
— scheiden..... 58
— spannung....219
— stränge..... 49
—, wasserleitende .246
Geweihbaum....350
Gewimpert.....100
Gewölbt.....104
Gewundenes Rhizom 72

§.
Gewürzlilien....291
— nägelein.....328
— nelken.....362
— pflanzen.....328
— sträucher.....350
— wurzel.....328
Gezähnt..... 85
Gichtkörner.....268
— rose.....362
— schwamm....183
Giersch.....328
Gift.....264
— baum.....363
— eiche.....363
— hahnenfuß....363
— lattich...362; 363
— pflanzen.....363
— reizker.....363
— rübe.....363
— schwämme... 363
— sumach..362; 363
Gilvus..... 24
Gingko....293; 350
— baum.....350
Ginkgophȳllum.294
Ginsengwurzel...362
Ginster.331; 347; 349
Gipfelbruch.....263
— knospe..... 67
— sprosser.....284
— sproß..... 67
Gitterrost.....266
— schwamm....183
— tüpfel..... 29
Glaber.....22; 100
Glaciale Periode .296
Glacialpflanzen...320
Gladiŏlus..352; 357
Glandes quercus 362
Glandŭlae lupŭli 362
Glandulōso-ciliatus 100
Glandulōsus....100
Glanzgras .326; 330
— los..... 22
— ruß.....347
Glänzend..... 22
— weiß..... 24
Glasmikrometer.. 7
— weizen.....326
Glatt..... 22
Glaucus..... 24
Glaux.....348
Gleba.....183

§.
Gleditschĭa.....350
Gleichbreit..... 85
Gleichenĭa.....295
Gleicheniaceen....148
Gleichläufig..... 19
Gleitbewegung...235
Gletscher.....314
Gliadin.....209
Glied, hypokotyles 66; 131
Glieder..... 65
— frucht...129; 130
— hefe.....189
— hülse.....130
— schote.....130
—, seitliche..... 15
Globoide..... 37
Globōsus..... 14
Globuline.....209
Glockenblume...330; 352
— blüter.....290
— förmig..... 13
Glockig..... 13
— **e** Blumenkrone 114
Gloeocāpsa....169
Gloeocȳstis....166
Gloeosporĭum..266
Glomerŭlus....105
Gloriōsa...338; 363
Gloxinĭa.....357
Glumacĕae.....291
Glumae.....104
Glutamin.....249
— säure.....249
Glutencasein....209
— fibrin.....209
Glutinōsus..... 22
Glycerĭa...326; 330
Glyceride.....203
Glycerin.....203
Glycine.....351
Glycirrhīza 340; 362
Glycyrrhizin.....206
Glykokoll als Nährstoff 239
Glykose....201; 249
— als Reservenährstoff 252
Glykoside...206; 249
Glyptostrŏbus..296
Gnade[illegible]..363
Gna[illegible] 53; [illegible]59
Gnet[illegible]

§.
Gnetaceen, Blüten der 137
Gnetum 334
Gnidia 334
Goldfarbig 24
— lack 352
— regen ...350; 363
— ruthe 352
Gommartharz 345
Gomphonēma ..168
Gomphrēna 352; 359
Gonatobōtrys ..176
Gonidien 180
— formen 180
— schicht 180
— zone 180
Gonidium 180
Gonimische Schicht 180
Goniolīmon 352
Gonium 164
Gonolōbus 362
Gooideniacēae ..290
Goodyēra 240
Gossypium 330; 334 343; 362
Götterbaum 350
Gräben, fließende. 304
Gracilaria 328
Gradflügler 271
Graminēae 291
Grana pollinis .118
— tiglii 362
Granatäpfel 327; 362
— baum ...350; 357
— roth 24
Grannen, Drehung der 223
Granulose ...38; 201
Granulōsus (thallus) 180
Graphideen 180
Graphis 180
Graphōlitha 274
Grasährchen 104
— hanf 334
— nelke 352
— öl 345
— steppe 323
Gräser 296
— kunde 2
Gratiōla 363
Grau 24
— grün 24
Graupen 326
Gravitation 229
Greenheart 332

§.
Greisgrau 24
Grenzen des Wachsthums 220
Grenzschichten des Grundparenchyms 58
— zellen 169
Grewia 296; 334
Gries 326
Griffel 119; 122; 129
— kanal 122
— säule 123
Grind 263
Grisēus 24
Grisĕa 347
Größe der Pflanzenzelle 26
Grubig 22
Grübchen 22
Gruinales 287
Grund 8; 12
— axe 79
— formen der Organe 65
— gewebe 49; 58
— **parenchym** ... 58
— —, Grenzschichten des 58
— riß der Blüte. 110
— spirale 19
— **ständig** 121
— — e Blätter . 82
— stoffe der Pflanzen 198
Grün 24
— ästung 263
—, chinesisches 347
— düngung 349
— e Farbstoffe ..347
— e Theile, Athmung der 253
— es Ebenholz ..332
— futter 330
— landsmoore ...305
— lilie 357
Gruppenpflanzen. 353
Gryllus 271
Guajācum 332; 345; 362
Guajakharz. 205; 345
— holz 332; 362
Guajavafrüchte ...328
Guajaven 327
Guanin als Nährstoff 239
Guarana 362

§.
Guazūma 334
Guibourtia 345
Guilielma 343
Guizotia 343
Gul-i-pista 341
Gummi 38; 201; 249
— ammoniăcum 362
— arabicum ..263; 339; 362
—, arabisches 201
— arten ...201; 339
—, australisches ..339
— baum 357
— behälter 48
— benzoës 362
— bildung 263
— elasticum ...205
— elĕmi 362
— euphorbiae ..362
— fluß 249; 263
— galbănum ...362
— **gutt** 205; 345; 363
— — bäume 363
— gutti 362
— **harz**behälter .. 48
— — e 205; 345
— kanäle 48; 249
— krankheit 263
— lack 205; 345
— ladănum 362
— olibănum 362
— resīnae scammoniae 362
Gummosis 263
Gurjunbalsam ...345
Gurke 328
Guru 329
Gutta percha .205; 345
Guttātus 24
Guttiferae 287
Guttigewächse 287
Gymnoāsci 172; 179; 266
Gymnoāscus ...179
Gymnoclādus .296; 329; 350
Gymnokarpe Flechten 181
— Fruchtkörper ..171
Gymnomycētes. 172
Gymnospermae 284; 292
Gymnospermen 292; 294

Gymnosp
Befrucht
—, Frucht
Gymnosp
Gymnosp
Gymnostā
Gymnothr
Gynäceum
Gynandra
Gynandrisc
Gynandri
Gynerium
Gynogonid
Gynostem
Gypskraut
Gypsophi
Gyrophōr
Gyrus ...

Haar ...
Haarblum
— e .. 22
— e, einz
— e der
— e, zusa
— geflecht
— ig ....
— krone
— schopf
Haemato
Haematoxy
Haemato
Haemodo
Hafer . 32
— gras ..
— grütze
—, Verbr
— wurz
Haftfasern
— organe
Hagebutt
Hagel ....
Hagenia.
Hahnenfuß

§.
...352;
357
...352
...296; 310
...323
...357
...100
...111
...321
...270
9
...79; 80
...111
...
...38
...350
...348
...323
...328
80
...273
...326
...285
...275
...350
...100
...346
...332
88
...mengesetzt 89
90
...4; 362; 363
...3; 343; 362
...348
...240
...eln 357
Samen-
...121
..., als Nähr-
...239
...ls Nährstoff
239
23
...205
...321
...s Holzes 333
...lanzentheile
23
...ter..... 48
...263
...48; 263
...; 249; 331;
345
...249
...ungen..263
48

§.
Harzscharren 263
— sticken 266
Haschisch....329; 362
Haselnüsse 327
Haselnuß 296
— öl 203
— strauch ..331; 348
Haselwurz 363
Hastātus.....12; 85
Haube.....153; 154
Hauptachse 15
— axe 67
— organ 15
— riesen.....130
— **rippe** 90
— — **n** (der Frucht) 130
— schnitt..... 8
— sproß..... 67
— stengel..... 15
— **wurzel**....15; 95
— —, Verzweigung der 95
Hausenblase, vegetabilische.....328
Haustorien..171; 240
Hautartig 23
— flügler.....273
— frucht 130
— gewebe 49; 52
— ig 129
— **pilze**.....184
— —, Fruchtkörper der 184
— —, Mycelium der 184
— reizende Mittel 362
— schicht....30; 213
Havannabraun...347
Hawai-Inseln....323
Hebradēndron..363
Hechtblau 24
Hecken.....311; 331
— kirsche ..331; 350; 363
Hedĕra...331; 351; 357; 358; 363
Hedysārum225; 330; 334
Hefeartige Sprossung 170; 189; 194
Hefenpilz.....194
Heide 331; 357
— besen.....335
— flächen, Flora der 309

§.
Heidekraut.....349
Heidelbeeren 327; 347; 362
Heidelbeerstrauch..331
Heiden.....307
— artige 290
Heidetorf.....305
Hekistothermen....319
Helecho.....328
Helgoland.....302
Helianthus 328; 330; 343; 352
Helichrysum...352; 359
Heliconĭa 334
Heliotrop ...352; 357
Heliotropisch.....229
Heliotropismus..229; 231
Heliotropium..352; 357
Heliptĕrum.....359
Hellebŏrus.362; 363
Helobĭae.....291
Helvella...178; 328
Hemerocallis...352
Hemicyclisch 110
Hemidēsmus ...334
Hemipelisch.....298
Hemipsammisch...298
Hemlockstanne ...350
Hendersonĭa ...176
Henna.....347
Hepatĭcae.....150
Hepatĭcus..... 24
Hepiŏlus.....274
Heptagynĭa 280
Heptandrĭa 280
Herabhängend... 68
— laufend..... 84
Heraclēum 330
Heraldische Pflanzen 361
Herba aconĭti..362
— belladōnnae.362
— buglōssi 362
— cardŭi benedĭcti 362
— centaurĭi minōris 362
— chelidonĭi...362
— chenopodĭi ambrosioides ...362
— cochlearĭae .362
— conĭi maculāti 362

§.
Herba cynoglōssi 362
— datūrae.....362
— fabarĭae 362
— hyoscyămi ..362
— jacĕae.....362
— lactūcae virōsae.....362
— melilōti.....362
— nicotiānae ..362
— petroselīni ..362
— polygālae amārae.....362
— pulmonarĭae 362
— pulsatillae . 362
— symphўti ...362
— taraxăci 362
— trifolĭi febrini 362
— viŏlae tricolōris 362
Herbacĕus 23
Herbae 80
Herbarien..... 6
Herbstholz...62; 246
— liche Entleerung 257
— zeitlose.....363
Heriterĭa 332
Hermaphrodit....260
Hermaphroditus flos.....109
Herpes 171
Herpothamnŏn.159
Herrenpilz.....328
Herzfäule.....266
— förmig 12; 85
— stärkende Mittel 362
Hespĕris...127; 352
Hessenfliege 272
Heterocysten 169
Heteröcische Schmarotzerpilze.....186
Heterogamie.....265
Heteromerer Thallus 180
Heterophўllae.. 93
Heterospŏrae...141
Heterostylie.....127
Heuschrecken 271
Hexagōnus..... 9
Hexagynĭa 280
Hexandrĭa.....280
Hexenbesen.....266
— ringe.....184

§.
Jussiaea 97
Jussieu'sches System 282
Jute 334
Juvianüsse 328

Käfer 275
Kaffee 329
— **baum** 361
— —, Verbreitung des 324
— gerbsäure 202
Kahl 22; 100
— fraß 263
Kaiserkrone .. 352; 363
Kajoëholz 332
Kakaobutter 203
Kakrasinghi 341
Kalabarbohnen ... 363
Kalaharie 323
Kälberkropf 363
Kali, kohlensaures 348
— -Pflanzen 243
Kalifornia-Manna 340
Kalium, als Bestandtheil der Pflanze 198
—, als Nährstoff . 237; 241
—, Wanderung des 251
Kalk, oxalsaurer .. 37
— pflanzen .. 243; 312
— salze, als Nährstoff 241
Kalmia 350
Kalmus ... 328; 362
— wurzel 345
Kältestarre 222
Kalthäuser 5
Kamäla 347; 362
Kamillen 362
— öl 204
— thee 329
Kämme 22
Kammförmig 22
— gras 330
Kampher .. 204; 345; 362
— arten 39
— baum 362
— holz 332
Kamtschatka 323
Kanäle 48
Kaneel 328
Kannenstrauch 94; 240
Kapensisches Mahagoniholz 332
Kapflora 323
— gummi 339
Kappern 328
Kapsel 129; 130; 153
— der Moose ... 153
—, fachspaltige ... 130
—, knöpfige 130
—, lappige 130
—, scheidewandspaltige 130
Kapuzinerkresse .. 351; 352
Karaiben 323
Kardamomen 328
Kardenköpfe, Kernfäule der 268
Kardobenedicten .. 362
Kardonen 328
Karpathischer Terpentin 345
Karpogon od. Karpogonium 159; 160; 173
Karthäusernelke ... 352
Kartoffel ... 328; 330
—, deren Krankheiten 266
— mark 349
— stroh 349
—, Verbreitung der 324
— stärke 338
Käsestoffe 209
Kastanie 331
— **n** 296; 327
— **n**braun 24
— **n**gerbsäure ... 202
Katadrome Nerve . 147
Kathodisch 19
Kätzchen 104
— bäume 289
— blütige 289
Kaupfeffer 328
Kauricopal 345
Kautschuk ... 205; 346
Kava-Kava 362
Kees 314
Kegelförmig .. 14; 104
Kegelig 14
Keilförmig 10; 85
Keilig 10; 85
Keim 131
— bildung 127
— blatt der Gefäßkryptogamen ... 140
Keimbläschen 128
— blätter 131
— häufchen 159
— körner 140
— sing ... 128; 131; 139
— mund 124
— **ung** 134; 252
— —, Temperaturgrenze der 229
— wülstchen 131
Kelch 108; 113
— blätter 108
— zähne 113
Kellerhals 363
Keramidien 159
Kerbel 328
— rübe 328
Kerguelengruppe .. 323
Kermesbeeren 347; 363
Kern ... 62; 173; 175
— bäume 333
— **fäule** 263
— — der Kardenköpfe 268
— holz 62; 246
— körperchen 33
— **obst** 327
— — bäume, Verbreitung der ... 324
— **pilze** 175
— — Hymenium der 175
Kerria 350
Kessambi 332
Kesselfallenblüten .. 127
Keulenförmig ... 14
— pilz 184
Keulig 14
— **e** Blumenkrone 114
Kichererbse 326
Kiefer 296; 310; 331; 350; 362
— -Blasenrost ... 266
Kiel der Blüte .. 114
— riese 130
Kienholz ... 249; 263
— pest 266
— rauch 347
— ruß 331; 347
— zopf 266
Kiesbetten 304
Kieselerde 198
—, als Nährstoff . 241
Kieselpflanzen ... 243
— säure 198
— skelett 31; 241
Kihoë 332
Kino 341; 362
Kiparai 332
Kirschbaum 310
— bäume, Verbreitung der .. 324
— **en** 327; 347
— gummi . 201; 263; 339
— lorbeerbaum .. 350; 362; 363
— pflaume 327
Kitelor 332
Klammerwurzel .. 97
Klappen 104; 130
Klappig 92
Klassen des Linnéschen Systems .. 281
Klatschmohn 362
— rosen 347
Klause 120
Kleber 209
— käsestoff 209
— mehl 37
— proteïnstoffe .. 209
Klebmittel 339
Klebrig 22
Klee 330
—, Incarnat- 349
—, Schwarzwerden des 266
— säure 39; 202
— seide 240; 266
— würger 240
Kleiderbesen 335
Kleistogamisch 127
Klette 362
— **n**wurzel . 328; 362
Kletternd 68
Klimatische Bedingungen 318
Klimmborsten ... 99
— haare 99
Klinostat 230
Klopstockia 344
Knabenkräuter ... 362
Knäuel 105
— gras 330
Knieholz 314
— kiefer 331
Knoblauch 328
— öl 204
Knochenartig 13
Knollen .. 64; 73; 97; 259

§.
Knollen, als Reservestoffbehälter...252
— -Blätterschwamm 363
— der Dioscoreaceen..... 64
—, eßbare.....326
— fäule.....266
Knöpfe.....120
Knöpfig.....120
— e Kapsel.....130
Knoppern...273; 341
Knorpelartig... 23
— tang.....362
Knospe.....66; 81
—, nackte..... 93
Knospen, accessorische 67
—, achselständige.. 67
— anschwellungen 269
—, Athmung der..253
— bildung, vermehrte.....265
— decken..... 93
— grund.....124
— kern.....124
— knöllchen.....259
— **lage**..... 92
— — der Blütenblätter.....112
— mund.....124
—, schlafende.....263
— schuppen..... 93
— träger.....124
— variation.....261
—, Verlust von...263
Knöspchen...131; 259
Knoten..... 66
— blume.....352
— des Roggens..268
Knotig..... 68
Knöterich.. 330; 363
— artige.....286
Kobalt, als Bestandtheil der Pflanze 198
Kochia.....348
Kochsalz.....348
—, als Gift.....264
Koelería.....330
Königsholz.....332
Kohl.....328; 330
— hernie...196; 266
—, Kropf des....265
Kohlen 198; 331; 347
— hydrate.....201

§.
Kohlensaures Kali 348
— — Natron...348
— **säure**, als Athmungsprodukt. 252
— —, als Nährstoff.....238
— —, Einfluß auf die Assimilation 238
— schwarz.....347
— **stoff**, als Bestandtheil der Pflanze 198
— —, als Nährstoff.....237
— — assimilation 238
— wasserstoffe...204
Kohlig..... 23
Kohlrabi.....328
— rüben.....330
— schwarz..... 24
Kokkelskörner..362; 363
— strauch.....363
Kokospflaume....327
Kola.....329
Kolben.....104
— blütige.....291
— hirse.....326
— pilz.....266
Kolophonium....205
Kompost.....348
Konstanten, thermische.....318
Kontinent, westlicher.....323
Kontinentalklima..318
Kopfblume.....350
— blütige Gewächse 290
— förmig.... . 14
— hölzer.....263
— kohl.....328
Köpfchen.....104
—, cymöse.....105
— haare..... 99
Kopulation.....260
Kopuliren.....259
Korallenholz.....331
Körbe.....334
Korinthen.....327
Kork..... 54; 337
— artig..... 23
— cambium.... 54
— eiche.....337
— holz.....332
— rindenschicht... 54
— schicht..... 54

§.
Korkstoff od. Suberin 201
— warzen..... 54
— zellen..... 31
Kornblume.352; 358
— nblau..... 24
Kornbranntwein..329
— **elkirsche** 327; 331; 348
— frucht.....129
— raden...358; 363
Körniger Thallus.180
Körpergebilde...9; 13
Körperlich..... 9
Kosmopolitisch...322
Kotyledon der Gefäßkryptogamen...140
— **arknoten**..... 66
— **en**.....131
Krähenaugen...362
— baum.....363
Kramería.....362
Krampfstillende Mittel 362
Kranichschnabel...357
Krankheit der Seidenraupen.....171
— **en** der Pflanzen 263
Kranz.....114
Kränze.....358
Krapproth..212; 347
— wurzel.....347
Kratzdistel.....330
Kraus..... 87
Krauseminze....345
— öl.....345
Kräuselung.....265
Kräuselkrankheit des Pfirsichbaumes.266
Krautblätterige..286
— ig..... 23
— stengel..... 80
Kräuter..... 80; 328
Kreatin, als Nährstoff.....239
Krebs.....264; 266
— der Apfelbäume 270
Kreide, mittlere..296
—, untere.....295
— weiß..... 24
Kreisrund.....10; 85
Kresse.....328
Kreuzblume 330; 352
— **dorn**...296; 331; 363
— — artige....287
— — grün.....347

§.
Kreuzkraut...330; 362
Kreuzung...127; 261
Kriechend..... 68
Kriechendes Rhizom 72
Kronsbeeren.....327
Kronwicke.....363
Kropf.....154
— des Kohls....265
— maser.....263
Krotonöl.....362
Krugförmig..... 13
Krümelzucker.....201
Krummholzöl...345
— läufige Samenknospe.....124
Krümmung.....222
Krüppelformen der Bäume.....263
Krustig..... 23
Krustiger Thallus.180
Kryptogamen.65; 280
Krystalle..... 39
Krystalloide..... 37
Kubisch..... 14
Kuchenförmig.... 14
Küchengewächse..328
— schelle.....363
— zwiebel.....328
Kuckucksblume...330
Kugelamarant...352
— ig..... 14
— pilz.....189
Kuhpilz.... 184; 328
Kühlende Mittel..362
Kulturpflanzen..321
—, forstliche.....325
—, Geschichte der 324
—, landwirthschaftliche.....325
—, Verbreitung der 324
Kümmel..328; 330; 362
— öl..204; 345; 362
Künstliche Befruchtung.....127
— r Schnitt....263
— s System....280
— Vermehrung..259
Kupfer, als Bestandtheil der Pflanze 198
— roth..... 24
— vitriol, als Gift 264
Kürbis...328; 330; 355
— frucht...
Kurztriebe..

§.
Küſtenflora 302
— gebiet, californiſches 323
Kydĭa 334

Labatĭa 332
Labiāta corōlla 114
Labiatiflōrae ...290
Labkraut....330; 347
Laboulbenĭa...175; 177
Lacca musĭca ..362
Lacinĭae 114
Lack, Japaniſcher .345
Lactarĭus..328; 363
Lactēus..... 24
Lactūca ..328; 362; 363
Lactucarĭum ...362
Ladānum ..345; 362
Ladeſtöcke.....336
Laevuloſe ...201; 249
Lagenaeformis . 13
Lagenarĭa 355
Lager..... 65
— artiger Thallus 180
— **n** des Getreides 220
— pflanzen..155; 284
Lagūrus 359
Laiosiphon.....334
Lakmus 212; 347; 362
Lamarckĭa.....359
Lambertshaſel....350
Lambertusnüſſe...327
Lamĭna.....83; 114
Laminarĭa 161; 328; 340; 362
Laminarĭae stipĭtes 362
Lampenruß.....347
Lana gossypĭna 362
Lanceolātus.... 10
Lanceolātum (fol.) 85
Landolphĭa 346
Landwirthſchaftliche Botanik.. 2
— Kulturpflanzen 325
Länglich.....10; 85
— erund..... 85
Längsaxe..... 8
— faſern 29
— gebilde..... 9
— richtung 8
— ſchnitt 8
— ſpannung 219
Langtriebe.....161
Lanuginōsus ...100
Lanzettlich.....10; 85
Lapidĕus..... 23
Laportēa 334
Lappa.....328; 362
Lappen 11
Lappig 88; 120
— **e** Kapſel.....130
Larix 332; 341; 345; 362
Lärche.313; 331; 362
— **n**adelroſt....266
— **n**ſchwamm ...362
Larvengänge.....263
Lasiagrōstis...354; 359
Lasioptĕra.....272
Lastraea.....296
Laſurblau 24
Latanĭa.....357
Lateritĭus..... 24
Lathraea 240
Lathўrus . 326; 328; 330; 352
Latſche.....314
Lattich 328; 363
Laub.....65; 161
— **artiger** Stengel.....152
— — Thallus ..180
— blätter..... 93
— der Mooſe...150; 152; 154
Lauben.....331; 351
Laubholzwälder..310
— hölzer 331
— pflanzen 155
Lauch.....328
— grün 24
— zwiebel 328
Laufbohne.....351
Lauracĕae 288
Lauraceen od. Laurineen 296
Laurencĭa.....328
Laurier marbré 332
Laurus ...296; 328; 343; 345; 357; 358; 362
Lauſritterſporn..363
— ſamen.....362
Lavandŭla 345; 352
Lavendel.....352
— blau 24
— blüten.....345
— öl 204
Lawsonĭa.....347
Lebendig gebärende Pflanzen..259; 265
Lebensbaum 331
— dauer.....262
— erſcheinungen der Pflanzen...197
Leberbraun 24
— mooſe..150; 154; 296
— ſchwamm 328
Lecanōra 347
Lecanorſäure.....212
Lecўthis. 334
Lederartig..... 23
— blume.....350
— holz. 350
— tange.....161
Ledum 329; 331; 363
Leersĭa.....127
Legföhre 314
Legūmen 129
Legumin 209
Leguminōsae...285
Leguminoſen.....296
Lehmſteppe 323
Leichengelb 24
Leierförmig-fiederſpaltig..... 88
Leimzotten..... 53
Lein.....349
— kraut.....352
— kuchen 330
— öl.....203; 362
— roſt.....266
— **ſamen**..330; 362
— — ſchleim....339
—, Verbreitung des 324
Leitende Gewebe..250
Leiterförmige Verdickung 29
— gefäße..... 44
Leitungsfähigkeit des Holzes.....246
Lemanĕa 159
Lemna.....360
Lemnacĕae.....291
Lemoenhout, wilde 332
Lengsar 332
Lentibulariacĕae 290
Lenticellen...54; 242; 245
Leotĭa.....178
Lepidadenĭa...332; 343
Lepĭdes..... 99
Lepidĭum.....328
Lepidodendren....294
Lepidodēndron 145; 293; 294
Lepisānthes....332
Lepōdes(thallus)180
Lepra 180
Leprōsus 180
Leptadenĭa 334
Leptopuccinĭa..186
Leptōthrix.....195
Leptothyrĭum..176
Lepurānda.....334
Lerchenſporn 363
Letterholz.....332
Lettre-wood ...332
Leuchten der Pflanzen 216
Leuchtendes Holz . 216
Leuchtgas, als Gift 264
Leucin 210; 249
—, als Nährſtoff.239
Leucocnīde 334
Leucoĭum.....352
Leucosporĕae..156
Leucothoë 296
Leucozoosporĕae 156; 190
Levis..... 22
Levisticum.....362
Levkoje 357
Lianen 319; 323
— ſtämme..... 64
Lias 295
Liātris.....345
Liber..... 60
Liberum ovarĭum 111
Libocēdrus 296; 350
Libothāmnus...345
Libriform 62
Licarĭa 332
Licĕa.....196
Lichen islandĭcus 362
Lichēnes..156; 172; 180
Lichenin.....201
Lichenologie ...2; 156
Licht, Einfluß auf das Wachsthum 220
—, Einfluß auf die Aſſimilation ...238
—, Einfluß auf die Athmung 253

§.

Licht, Einfluß auf die Chlorophyllbildung.....249
—, Einfluß auf die Verdunstung...245
—, Einfluß auf Bewegungen 222; 231
—, Einfluß auf Farbstoffbildung 249
—, Einfluß auf Organbildung..221
—, Einfluß auf Protoplasmabewegung.....235
— entwickelung..216
Liebe, brennende..352
Liebesapfel.....328
Liebstöckel.....362
Liegend..... 68
Lieschgras..... 330
Light Yellow Wood 332
Lignin.....201
Lignōsa (radix). 96
Lignōsus..... 23
Lignum campechianum.....362
— guajāci.....362
— quassiae....362
— sanctum....332
— santāli album 362
— — citrīnum. 362
— sassāfras....362
Ligŭla..... 83
Ligŭstrum. 330; 331
Lila..... 24
Lilacīnus..... 24
Lilafarbig..... 24
Liliacēae.....291
Lilie.....352
— **n**blütige.....291
— **n**holz, schwedisches.....331
Liliiflōrae.....291
Lilium.....352; 361
Limbus.....114
Limette.....327
Limettöl.....345
Limone.....327
Linacēae.....287
Linaloëholz.... .345
Linaria.....357
Linde 310; 331; 348; 350
— **n**bast.....334
— **n**blüten.....262
— — thee.....329

§.

Lineal..... 85
Linealisch..... 85
Lineāre (folium) 85
Lingulāta (corōlla) 114
Linienförmig ...9; 85
Linksläufig 19
— wendig..... 19
— windend 68
Linné's System..280
Linse.....326
Linum 330; 334; 339; 343; 349; 362
Lipāris 274
Lippenblume....114
— blütige.....290
— förmige Blumenkrone.....114
Liquidāmbar ..296; 332; 350; 362
Liriodēndron..296; 350
Literatur, botanische 4
Literarische Botanik 2
Lithium, als Bestandtheil der Pflanze 198
Lithocollētis ...274
Livia.....270
Livistōna..296; 357
Llanos.....323
Loasacēae 285
Lobelia 346; 352; 363
Lobeliacēae....290
Lobi..... 11
Löcher 130
— pilz 184
Locŭli.....120
Loculicīde dehiscens.....130
Lodicŭlae..... 113
Löffelkraut..328; 348; 362
Loganiacēae...290
Lolium...330; 356; 363
Lomatoptēris...295
Lomentaria....159
Lomēntum 129
Longitudinalgeotropismus...230; 231
Lonicēra..127; 330; 331; 350; 351; 363
Lontarzucker 340
Lophospērmum. 351
Lophyrus.....273
Loranthacēae ..285
Loranthaceen 240; 296

§.

Lorbeer.....358
— baum...357; 362
— blätter.....328
— kellerhals....363
— **en**.....296
— öl.....203; 343
Lord-Howe-Island 323
Lothgänge.....263
Lotos.....328
Lotus 228; 330
Lotus 327; 328
— birn 327; 328
Löwenmaul.....352
— zahn....330; 362
Luch 305
Lücken..... 48
Lucŭma.....346
Luffa.....355
Luft, Einfluß auf die Athmung..253
— führende Intercellularen 48
— gänge 48
— höhlen..... 48
— in der Pflanze 242
— kammern..... 48
— kanäle..... 48
— pflanzen 298
— spalten..... 53
— strömungen...317
— wurzeln..... 97
Lumen.....26
Lumpenpapier....334
Lunaria 352
Lungenkraut.....362
Lunularia.....152
Lupen..... 7
Lupine 326; 330; 349
Lupinin.....206
Lupinus..326; 330; 349; 352
Lupulin.....207
Lurĭdus..... 24
Lutĕus..... 24
Luxusbotanik.... 2
— thee.....329
Luzerne.....330
Lycāsta.....357
Lychnis...127; 330; 342; 352
Lycĭum....331; 351
Lycogăla 196
Lycopērdon 183; 328
Lycopodiacēae .145
Lycopodiaceen....294
Lycopodĭum ..145; 362

§.

Lycōpsis.....347
Lyda.....273
Lygodĭum 147; 296; 357
Lyonetia 274
Lyonia 350
Lysigene Intercellularen..... 48
Lythracēae 285
Lythrum.....127

Maba.....332
Maběa.....346
Mabirinde 362
Macassaröl.....343
Machaerium....332
Maclūra...332; 347
Macrocnemĭum .347
Macrostachȳa..294
Macŭlae 29
Maculātus..... 24
Madagaskar.....323
Madeira 323
— mahagoni....332
Madia.....343
Madothēca.....152
Maesa.....362
Mafoureiraöl....343
Magnesium, als Bestandtheil der Pflanze.....198
—, als Nährstoff 237; 241
—, Wanderung des 251
Magnolia..296; 350
Magnoliacēae ..288
Magnoliaceen....296
Mahagoniholz..332
—, Kapensisches..331
Mahonia...227; 350
Maiblümchen...352; 357
— käfer.....275
Majoran.....328
Mais.....326; 330
— brand 266
— stärke.....338
— stroh....334; 349
—, Verbreitung des 324
— zucker 340
Makaronesien....323
Makartbouquets..359
Makrogonidien..164

§.
Makrosporangien . 142
— sporen 141
— zoosporen 162; 164
Malabargummi . . 339
Malachra 334
Malpighia 341
Malpighiacĕae . . 287
Malpighiaceen, Stämme der . . . 64
Maltose 201
Maluinen 323
Malva 334; 362
Malvacĕae 287
Malve 347; 362
Malz 340
— bonbons 340
— extrakt 340
— zucker 340
Mamēstra 274
Mammuthfichte . . . 350
Manconerinde 363
Mandeln 327
—-Aprikosenbaum 350
—, bittere 362
—, süße 362
Mandelöl . . . 203; 343
Mandragŏra 363
Manga robeira . 332
Mangan, als Bestandtheil der Pflanze 198
Mangifĕra 327; 332; 338; 339; 341
Mango 332
Mangopflaumen . . 327
Mangold 328
Mangostanen 327
Mangrovebäume . 97
Manihot . . . 338; 363
Manillacopal 345
— elemi 345
— hanf 334
Maniokstrauch . . . 363
—, Verbreitung des 324
Manna 340; 362
—, australische . . . 340
Manna calabrīna 362
Manna, echte . . . 340
— esche 350; 362
— flechte 326
— gras 326; 330
— grütze 326
Mannit 249
Mannweibige 291
§.
Mannweibliche Blüte 116
Männchen des Oedogonĭum 162
Männertreue 352
Männlich 109
— e Blüte 137
Manzanillabaum . 363
Maquis 323
Maranta . . 328; 338; 357
Marantacĕae . . . 291
Marasche 327
Maraschino 329
Marasmĭus 328
Marattĭa 148
Marattiaceen 148; 293
Marble wood . . 332
Marcgravĭa nepenthoides . . . 127
Marchantĭa 153
Marchantiaceen . . 154
Mark 58
— flecken 62
— röhre 58
— schicht 180
— ständige Bündel 56
— **strahlen** . . 58; 60; 62
— —, sekundäre . . 60
Marron 347
Marsdenĭa . 334; 347
Marsilĭa . . . 142; 228
Marsiliaceen 142
Mascŭlus (flos) . 109
Maserholz 263
— köpfe 263
Maskarenen 323
Maskirte Blumenkrone 114
Massarandūba . . 332
Mastiche in lacrўmis 362
Mastigobrўum . . 152
Mastix . 205; 345; 362
Mastung 330
Matricarĭa . 329; 362
Matronale 352
Matt 22
Matta 328
Matten 334
Matthiŏla 357
Mauern, Flora der 311
Mauerpfeffer 363
§.
Maulbeerbaum . 331; 350
— bäume 330
— **en** 327
— frucht 129
Maulwurfsgrille . 271
Maurandĭa 351
Mauritĭa . . . 328; 332
Mausegrau 24
Mechanik der Bewegungen 222
Mechanische Einflüsse auf das Wachsthum 220
— Wirkungen auf Protoplasmabewegung 235
— Zerstörungen . . 262
Mediane 17
Medicago . . 228; 330
Medicinische Botanik 2
Mediterran-Gebiet 323
Medium, Einfluß auf das Wachsthum 220
—, Einfluß auf Organbildung . . 222
Medulla 58
Meeralgen, eßbare 328
Meereshöhe, Einfluß der 300
— küste, Flora der 302
— strömungen . . . 317
Meere, tropische . . 302
Meergrün 24
— kohl 328
— pflanzen 302
— phanerogamen 302
— rettig 328
— strandskiefer . . 350
— zwiebel . 352; 357; 362; 363
Megalospŏra . . . 181
Megaphўtum . . . 294
Mehl 326
— beere 310
— fäßchen 327
— **than** . . . 266; 270
— — pilz 173
Mehrzig 78
— blättrig 120
— **fach** gefaltet . . 92
— — zusammengesetzt 89
Meisterwurz 362
Mekka-Balsam . . . 345
Mekonsäure 202
Melaleuca . 334; 362
§.
Melampsŏra . . . 186; 266
Melampўrum . . 240; 330
Melancŏnis 176
Melanconĭum . . . 176
Melanosperměae 161
Melanthacĕae . . 291
Melastomacĕae . 285
Melezitose 201
Melde 328
Melĭa 339; 343
Meliacĕae 287
Melĭca 330; 359
Meligēthes 275
Melilōtus . . 330; 362
Melissa 329
Melissenthee 329
Melitose 201
Melobesĭa 159
Melochĭa 334
Melolōntha 275
Melonen . . . 327; 328
— baum 327
— kürbis 355
Melothrĭa 355
Membranacĕus . 23
Memecўlon 347
Menispermacĕae 288
Menispermaceen, Stämme der . . 64
Menispērmum . 347; 351; 362; 363
Mennigroth 24
Menschen, Einfluß des 321
Menstruationsbefördernde Mittel . . 362
Mentăgra 171
Mentha 329; 345
Menyānthes 362
Menziesĭa 350
Mercurialis 363
Mericarpĭa 129
Mericarpien 130
Meridĭon 168
Merismopedĭa . . 169
Meristem 49; 220
— e 51
Merk 363
Mertensĭa 328
Merulĭus 184
Mesembryanthemacĕae 286
Mesembryanthĕmum 348; 353

§.
Mesocarpium...129
Mesocarpus....167
Mesophyll..... 58
— phytische Vegetationsperiode...259
— thermen.....319
Mespilus..296; 327; 331
Mesua.....332
Metamorphose.. 65
— des Blattes... 93
— des Stengels. 69
— der Wurzeln.. 97
—, rückschreitende.265
—, vorschreitende.265
Metaschematisch..265
Metroxylon....332
Metzgeria.....152
Meum.....330
Mexikanische Cypresse.....350
— s Gebiet.....323
Mezquito-Gummi 339
Micellen.....213
Micrococcus....195
Microcysten.....196
Micropyle.....124
Mikania...351; 357
Mikrogonidien..164; 165
— kokken.....195
— meter..... 7
— skope..... 7
— skopische Präparate 7
— spectralapparate 7
— spectroskope... 7
— sporangien....142
— sporen...141; 143
— thermen.....319
— zoosporen 162; 164
Milben.....268
— spinne, schädlich 268
Milchröhren..... 46
— **saft**.....46; 250
— — behälter... 48
— — gefäße.... 46
— — kanäle.48; 250
— — **röhren**.. 46; 250
— — — der Pilze 170
— säfte, genießbare 329
— säuregährung. 255
— weiß..... 24
Millium.....330
Mimosa...227; 228; 341; 342; 347
Mimosaceae....285
Mimulus...227; 321
Mimusops..329; 332
Miniatus..... 24
Minirraupen.....263
Minzthee.....329
Miocänperiode...296
Mirabilis.....352
Mischfrüchte.....261
— linge.....261
Mispeln.....327
Mistel.....240
— strauch.....331
Mißbildung der Pflanzen.....265
Mithridatea....332
Mittelamerika...323
—, antiseptische..362
—, antiskorbutische 362
—, antisyphilitische 362
—, auflösende....362
—, betäubende...362
—, blähungtreibende 362
—, blasenziehende 362
—, einhüllende...362
—, erweichende..362
—, fäulnißwidrige 362
—, geschlechtstreibe-erregende.....362
—, hautreizende..362
—, herzstärkende..362
—, krampfstillende 362
—, kühlende.....362
— **meer**.....302
— — gebiet....323
—, menstruationsbefördernde....362
—, niesenerregende 362
— punktständig..121
— riefe.....130
— rippe....90; 147
— säule..121; 154; 196
—, schweißtreibende 362
—, speichelerregende 362
—, stärkende.....362
—, urintreibende.362
— wald.....310
—, wurmtreibende 362
—, zusammenziehende.....362
Mittlere Fruchthaut.....123
— Jahrestemperatur.....318
— Kreide.....296
Moder.....263
Mogdadkaffee....329
Mohn.....352; 363
— blütige.....288
— köpfe.....362
— öl..203; 343; 362
— **samen**.....330
— — kuchen....330
Mohrrübe.....328
— nkaffee.....329
Möhren.....330
— förmige Wurzel 96
— wurzeln.....347
Molassenperiode..296
Molecularstruktur 213
Molinia.....330
Molléharz.....345
Mollis..... 23
Mombinpflaumen.327
Momordica....224; 355; 363
Monadelphia..116; 280
Monadelphische Staubgefäße...116
Monandria.....280
Monangisch.....148
Monats-Isothermen 318
— rose.....357
Mondsamen.351; 363
Mongue sapateiro 332
Monimiaceae...287
Monöcisch.....260
— e Moose.....153
Monochasien.....105
Monochlamydeae 283; 285
Monochlamydeus 109
Monoclinia.....280
Monoclinus flos.109
Monocotyledones 131; 282
Monocotyledoneae 291
Monoecia.....280
Monoëpigynie..282
Monogynia.....280
Monohypogynie 282
Monoicus flos..109
Monoklinische Blüte 109
Monokotyledone Stämme..... 64
Monokotyledonen 131
—, anomale..... 56
—, Gefäßbündelverlauf der.... 56
Monomerum (ovar.) 120
Monoperigynie.282
Monopetala corolla....112; 144
Monopetalae..282; 290
Monopodiale Rhizome..... 72
— Verzweigung.. 16
Monopodium.... 16
— siphoner Thallus 159
— symmetrisch... 8
Monotropa.....240
Monotropaceae.290
Monstera.....357
Monstrositäten...265
Monsun.....319
— gebiet, indisches 323
Montane Region 300; 312
Moorbrennen....349
— hirse.....326
— e, Flora der.305
Moos.....305
—, isländisches..326; 330
— kapsel.....150
— kränze.....358
— kunde..... 2
— pflänzchen...150; 152
— stengel, Verzweigung des.....152
— torf.....305
Moose..... 65
—, Antheridien der 153
—, Archegonien der 153
—, Blätter der..152
—, Blütenhülle der 153
—, Brutknospen der 152
—, Brutorgan der 152

§.
Moose, Brutzellen der 152
—, Bulbillen....152
—, diöcische.....153
—, einhäusige....153
—, Embryo der..153
—, Fortpflanzungsorgane.....153
—, Fruchtstände der 153
—, Geschlechtsorgane der 153
—, Kapsel der...153
—, Laub der....152
—, monöcische...153
—, Morphologie der 150
—, Nebenblätter der 152
—, acrocarpe....154
—, pleurocarpe..154
—, Sporangium der 153
—, Stämmchen der 152
—, Stengel der..152
—, Thallus der.150; 151
—, Vorkeim der.151
—, zweihäusige..153
Moracĕae.....289
Morchel.....328
Morchella.178; 328
Morin.....212
Morinda.....347
Morindawurzel...347
Moringa...339; 343
Moronobaea....345
Morphin.....208
Morphium.....208
Morphologie...2; 4
— der Gefäßkryptogamen.....140
— der Moose...150
— der Pflanzen.. 65
— der Phaneroga-men..... 66
Morphologische Organe..... 65
Morthiĕra.....177
Mortierelleen....189
Morus....327; 330; 331; 350
Möser.....305
Mougeotia.....167
Mountain-Mahagony 332

§.
Mucedin.....209
Mucilaginōsus.. 23
Mucor.....189
Mucorhefe.....189
Mucorinĕae....156
Mucorineen.....189
Mucronātus.... 12
Mucūna.....347
Multĭceps (radix) 71
Multijŭgum (fol.) 89
Mundschwämmchen 171
Mündungsbesatz..154
Murīnus..... 24
Musa.327; 328; 334; 338; 344
Musacĕae.....291
Muschelkalk.....295
Musci.....150
Muskatbutter...203; 343
— **n**üsse.....328
— holz.....332
Musk-wood....332
Musseron.....328
Mutterkorn 176; 266; 362; 363
— zelle..... 40
Mütze.....154
Mycelĭum.....171
Mycelium, Ansiedelung des...171
— der Hautpilze.184
— der Hymenomyceten.....184
Mycētes...156; 170
Mycetozōa.....196
Mycocecidien....266
Mycodĕrma....194
Mygĭnda.....332
Mykologie....2; 156
Mykose.....201
Myosōtis..352; 358
Myrica...296; 331; 344
Myricacĕae.....289
Myricaceen.....296
Myricawachs....344
Myrionēma.....161
Myriophyllum..360
Myristĭca.328; 343; 344
Myristicacĕae..288
Myrobalane.327; 341
Myronsäure 204; 206; 249

§.
Myrosin.....211
Myroxўlon.345; 362
Myrrhe.....205
Myrrhis....345; 362
Myrsinacĕae....290
Myrsine.....296
Myrsineen.....296
Myrtacĕae.....285
Myrtaceen.....296
Myrte.350; 357; 358
— **n**.....296
— **n**blütige.....285
— **n**holz.....332
Myrtiflŏrae.....285
Myrtlewachs... 344
Myrtus...350; 357; 358; 362
Myxomyceten, endospore.....196
—, exospore.....196
—, Peridie der..196
—, Schwärmer der 196
—, Sclerotien der 196
—, Sporangien der 196
—, Sporen der..196
Myxomycētes..156; 170; 196; 266

Nabel.....131
— strang...124; 131
Nachsprosser.....284
Nächste Bestandtheile der Pflanzen...199
Nachtkerze.....352
— schatten.....363
— stellung.....228
— viole.....332
Nackt.....104
Nackte Blüte....109
— Knospe.....93
— Zellen.....25; 33
Nacktsamige Pflanzen 130; 292
Nadelförmig.... 85
— holzwälder...310
— **hölzer**.....331
— —, Region der 300
— **n**..... 85
— zweiglein..... 79
Naemaspŏra...176
Naematelĭa....185
Nagel der Blumenkronblätter.....114

§.
Nagen.....263
Nährblätter..... 74
— pflanze..171; 240
— **stoffe**.....237
— —, organische 240
— —, stickstoffhaltige.....239
— —, Vertretbarkeit der..... 243
— stoffgehalt des Bodens, Einfluß auf das Wachsthum.....220
Nahrungspflanzen 325
Naht.....124; 131
— anhang.....131
Najadacĕae....291
Näpfchen.....103
Napiformis (radix) 96
Narbe.....123
—, sitzende.....122
— **n**feuchtigkeit...123
— **n**haare.....123
— **n**papillen....123
— **n**, reizbare...227
Narcein.....208
Narcisse...352; 357; 363
Narcissus..345; 352 357; 363
Narcotĭca.....362
Narcotin.....208
Nardus.....330
Narkotische Genußmittel.....329
Narthex.....345
Nässe des Bodens.264
Nasturtĭum....328
Natrium, als Bestandtheil der Pflanze.....198
—, als Nährstoff.241
Natron, kohlensaures 348
Naturalisirte Pflanzen.....321
Naturgeschichte... 2
Natürliche Familie 279
— Florengebiete..323
— Systeme.....281
— Verwandtschaft 281
Nauclēa...332; 341
Navicŭla.....168
Nebenblätter... 83
— der Moose...152

§.
Nebenblattranke.. 94
— riefen.....130
— staubgefäße...117
— weibig.....111
— **wurzeln** . 95; 244
— zeilen..... 19
Necessarĭa (ordo) 280
Nectāndra .332; 341
Nectar.....249
— ausscheidung..248
Nectarĭa.....125
Nectarien...125; 248
Nectrĭa.....177
Negative Spannung 219
Negerkaffee.....329
— korn 326
Nekrose.....263
Nelke.....352
— **n**artige Blumenkrone.....286
— **n**öl.....204
— **n**pfeffer..328; 362
— **n**wurz.....328
— **n**zimmt.....328
Nelumbĭum....296; 328; 334
Nelumbonĕae...288
Nemalieen.....159
Nemātus.....273
Nemophĭla,....352
Neophytische Vegetationsperiode..296
— tropisch.....320
Neottĭa.....240
Nepenthacĕae..285
Nepēnthes .94; 240; 248
Nephrocytĭum..166
Nephroptĕris...294
Nerĭum...334; 347; 357; 363
Neroliöl.....345
Nervatĭo..... 90
Nervatur ...90; 147
— der Farne....147
Nerven 90
—, anadrome....147
— farn..... 90
—, katadrome ...147
Nervi 90; 147
Nesselartige 289
— faser 334
Netzfasern..... 29
— fasertracheen .. 44
§.
Netzfaserzellen.... 29
— förmig..... 22
— gefäße..... 44
— gurke.....355
Neufundland 323
— holland 323
— kaledonien....323
— seeland.....323
Neunmännige Pflanzen 280
— weibige Pflanzen 280
— zählig 89
Neuroptĕris 294; 295
Neuropterĭdis (nervatĭo) 147
Neuropteridĭum 295
Neuseeländischer Flachs.....334
Neuter (flos)...109
Nickel, als Bestandtheil der Pflanze 198
Nickend..... 58
Nicotiāna .228; 329; 362
Nicotin.....208
Nidularieen 183
Niederblätter.... 93
— gestreckt..... 68
— schläge, Vertheilung der.....319
— wald.....310
Nierenförmig .10; 12; 85
Niesenerregende Mittel.....362
Nigēlla....352; 362
Niger..... 24
Nipa 296
Nitēlla.....158
Nitĭdus 22
Nitophȳllum....159
Nitrocellulose 348
Nitzschĭa 168
Nivale Region...315
Nivĕus 24
Noctŭa 274
Nodōsus (caulis) 68
Nodus.....66; 109
Noeggerathĭa ..294
Noeggerathien....294
Nomenclatur ..2; 278
Nordamerika 323
— see.....302
Nördliche Alpen..300
Norfolk-Island...323
Normale Stämme.60
§.
Nostoc 169
Nostochacĕae ..169
Nuces vomĭcae.362
Nucleŏli 33
Nuclĕus....33; 124; 173; 175
Nudum 104
Nuphar....296; 341
Nurtoak 339
Nuß.....129; 130
— obst.....327
— bäume.....350
Nüßchen....129; 130
Nutans (caulis).. 68
Nutation.....225
—, pendelartige..225
—, revolutive....225
—, rotirende 225
—, undulirende..225
Nutzhölzer.....331
—, Eigenschaften der 333
Nutzpflanzen....325
—, technische 325
Nux.....129
Nyctaginĕae....286
Nyctagineen, Stämme der 64
Nyctānthes 345; 347
Nyctitropische Bewegung.....228
Nymphaea.296; 341
Nymphaeacĕae .288
Nyssa.332; 350; 362

Obdiplostemon..110
Oberflächenbildung der Pflanzentheile 22
— haut 53
— irdischer Stamm 75
— lippe der Blume 114
— schlechtig 152
— ständig ..111; 120
— **weibig**.....111
— **e** Scheibe....125
Objektiv 7
Oblongo-ovātum (folĭum)..... 85
Oblōngus 10; 85
Obovātus 85
Obsolete Pflanzen 362
Obstarten.....327
— bau.....327
— bäume.....325
— pflanzen 325
Obtūsus 12
§.
Oca 328
Oceanische Inseln 323
Ochnacĕae.....287
Ochrĕa 83
Ochrōma.....332
Ochsenzunge.....362
Ocĭmum 357
Octagynĭa 280
Octandrĭa.....280
Ocubawachs.....344
Ocular..... 7
Odīna 332; 339
Odontoptĕris...294
Oedogoniacĕae .156
Oedogonĭum ...162
—, Männchen des 162
Oekonomische Botanik..... 2
Oel, als Reservenährstoff.....252
— **baum**...349; 362
— — holz.....332
— behälter..... 48
— drüsen..... 48
Oele, ätherische..39; 204; 249; 345
—, fette 39; 203; 239
—, flüchtige.....204
Oelgänge.....130
— kanäle....48; 249
— körper 39
— pflanzen 343
— weide 350
Oenānthe 363
Oeningen, Vegetation von.....296
Oenocārpus ...296; 343
Oenologie..... 2
Oenothēra 328; 352
Oestliches Waldgebiet.. 323
Officinelle Pflanzen 362
Oïdĭum....173; 266
Okuliren.....259
Olacacĕae 287
Oldenlandĭa....347
Olĕa .327; 328; 332; 343; 345; 349; 362
Oleacĕae.....290
Oleander ...357; 363
Oleïn.....203
Oleïnsäure.....203
Oleracĕae.....286
Olĕum anīsi....362
— cacāo.....362

§.
Olĕum cajepūti. 362
— carvi 362
— caryophyllōrum 362
— citri 362
— crotōnis 362
— florum aurantĭi 362
— foenicŭli 362
— lini 362
— olivārum 362
— papavĕris albi 362
— ricĭni 362
— sinapis 362
— terebinthĭnae 362
Olibānum .. 362; 345
Oligangisch 148
Oligocän 296
— pelisch 298
— psammisch 298
Olivacĕus 24
Oliven 327; 328
— grün 24
— öl .. 203; 343; 362
Olpidiōpsis 193
Omphalĭa 346
Omphalobĭum .. 332
Omphalōdes 352
Onagracĕae 285
Onobrўchis 330
Onōnis 362
Onōsma 347
Oogonien der Fucoideen 161
— der Peronosporeen 191
— der Saprolegniaceen 192
— der Siphoneen 163
Oogonĭum 155
Oosporĕae 156
Oosporen 155
— der Confervaceen 162
— der Florideen . 159
— der Fucoideen 161
— der Peronosporeen 191
— der Saprolegniaceen 192
— der Siphoneen 163
— der Volvocineen 164
Opācus 22

§.
Opercŭlum 154
Ophiocytĭum ... 166
Ophiogloſſeen 148
Ophioglōssum .. 148
Opĭum 329
Opponirt 18
Oppopōnax 345
Oppoponax 345
Oppoſĭte pinnātum (fol.) 89
Oppoſĭtus 18
Optimum des Wachsthums 220
Optiſche Eigenſchaften 216
Opuntĭa .. 134; 321; 327; 339; 361
Opuntĭnae 285
Orange 327
— nbaum 357
— nblüten 345
— — öl ... 204; 345
— nfarbig 24
— nöl 345
Orbiculāris 10
Orbiculātum (fol.) 85
Orcein 212
Orchēstes 275
Orchidĕae . 291; 357
Orchideen ... 127; 131
Orchis . 97; 339; 362
Orcin 212
Ordnungen des Linné'ſchen Syſtems 281
Oreodāphne 296
Organbildung 221
Organe 65
— der Waſſeraufnahme 244
—, Grundformen der 65
—, morphologiſche 65
—, reproductive .. 65; 101
—, ſeitliche 15
—, vegetative 65
—, Verwachſung von 265
Organiſche Beſtandtheile der Pflanzen 200
— Elemente 198
— Düngmittel ... 349
— Nährſtoffe 240
— Säuren .. 39; 202; 249

§.
Organiſche Stoffe, Wanderung der 250
— Verbindungen . 199
Organismen, combinirte 294
Organogene 198
Organographie ... 2
Origānum .. 328; 329
Orinoko 323
Ornithophĭlae .. 127
Ornithŏpus 330
Orobānche 240
Orobanchĕae .. 290
Orobancheen 131; 240
Orſeilleflechte 347
Orſellſäure 212
Orthanthēra 334
Orthogonale Trajectorien 220
— ſtiche 17
— trop 124; 222
Orthotrŏpum (ovŭlum) 124
Ortsbewegungen der Pflanzen 235
Oryza 326; 329; 334; 338
Oscillariacĕae .. 169
Oscillarien, Bewegung der ... 235
Oscĭnis 272
Osmūnda . 147; 148; 296
Osmundaceen 148
Ossĕus 23
Oſterluzeiartige ... 285
Oſtheimer Kirſche. 327
— indien ... 323; 331
Ostiŏlum 175
Ostrўa 296; 350
Oſtſee 302
Otabafett 343
Otiorhўnchus ... 275
Otozamītes 295
Ottelĭa 296
Oval 10; 85
Ovālis 10
Ovarĭum 120
Ovātum (folĭum) 85
Ovātus 10
Ovŭla 124
Oxaliděae 287
Oxălis 127; 225; 227; 228; 328; 361
Oxalſaurer Kalk . 37
— ſäure 39; 202; 249
Ozonĭum 171

§
Paarig gefiedert. 89
Paarung der Schwärmſporen 40; 162
— von Sporen .. 155
Pachĭra 338
Pacouria 346
Padĭna 161
Paddle wood .. 332
Padwus 341
Paeonĭa .. 347; 350; 352; 362; 363
Palaeoptĕris ... 294
Paläocän 296
— ontologie .. 24; 293
— otropiſch 320
— opteriden 294
— ophytiſche Epoche 294
Paleacĕum (receptacŭlum) . 104
Palĕae 103; 104; 147
Paliſanderholz 332
Palliſadenparenchym 58
Palmae 291
Palmatinervĭa (fol.) 90
Palmēlla 166
Palmellacĕae ... 156
Palmellaceen ... 166
—, Schwärmſporen der 166
Palmen 296
— haus 5
— holz 332
Palmfett 343
Palmitin 203
Palmkohl 328
— kuchen 330
— öl 343
— ſäure 203
— wachs 344
— wein 329
— zucker 340
Pampas 323
— gebiet 323
Panachirt 24
— e Blätter 249
— e Spielarten .. 350
Panax 362
Pancratĭum 338
Pandanacĕae ... 291
Pandanaceen 296
Pandānus . 328; 332; 334; 357
Pandanusfaſer ... 334

§.
Pandorina 164
Pangenesis 221
Panicula 106
Panicum..326; 330; 354
Pannaria 180
Pantanals 323
Pantherschwamm .363
Pantoffelblume...352
Pao-ferro 332
Papaver..329; 330; 343; 347; 352; 362; 363
Papaveraceae..288
Papaverin 208
Papayabaum 329
Papierbaum 350
— blume.. 352; 359
— fabrikation....334
— pflanzen 334
Papilionaceae..285
Papilionaceen, Rost der 266
Papillae 22
Papillös 22
Papillösus 22
Pappel ...310; 331; 348; 350
— u. 296
— rost 266
Pappus....113; 129
Paprica 362
Papyrusstaude ...334
Paradiesholz....332
— körner 328
Paraguaythee 329
Parakautschuk....346
— nüsse 327
Parallelinervia (folia) 90
Paraphysen 148; 153; 175; 184
Parasiten, chlorophyllhaltige....240
— oder parasitische Pflanzen..170; 240
Parasitische Pilze 171; 240
— Thiere 267
Parasolschwamm . 328
Parastichen 19
Paratonische Bewegungen 222
Parenchym....47; 49
Parfüme 345
Parietales 287

§.
Parietalis (placenta)...121; 127
Paris 363
Parkeriaceen 148
Parkinsonia332; 334
Parks 350
Parnassiaceae..285
Paronychiaceae 286
Parrotia 296
Partes 11
Parthenogenesis .260
— genetische Zeugung 192
— spore 167
Partitus.... ... 11
Passatwinde 319
Passiflora..226; 357
Passifloraceae..285
Passiflorinae ...285
Passionsblume..357
— nartige 285
Pasta guarana . 362
Pastinaca..328; 330
Pastinak....328; 330
Patagonien 323
Patens....68; 82
Patschuli 345
Paulinia ...362; 363
Paulownia 350
Pavia 342
Pavonia 334
Pech 331
— der Reben....266
— kiefer 350
— nelke 352
— schwarz 24
Peckea 343
Pecoptéris 147; 294; 295
Pectinstoffe 249
Pedatum (folium) 89
Pediastrum 165
Pediculáris....329
Pedunculus 102
Peitschenstöcke....336
Pelargonie 357
Pelargonium ..345; 357
Pellia 152; 154
Pelogen 298
Pelorienbildung ..265
Peltatum (folium) 84
Peltigera 180
Pemphigus....270
Penaea 339
Pendelartige Nutation 225

§.
Pendulus ...68; 121
Penghawar-Djambie 362
Penicillium....173
Pennisetum 354; 359
Pensées, Stiefmütterchen 352
Pentadesma....343
Pentagonus 9
Pentagynia 280
Pentamer 110
Pentandria....280
Penthaclethra ..343
Pentstemon 352
Peponium....130
Pepsin 211
Peptone 249
Peptonisirende Fermente 249
Pereirorinde....362
Perennis 80
Perfoliatum 84
Perianthium 108; 153
Periblem 51
Pericambium 57
Pericarpium....129
Perichätialblätter . 153
Periclinen 220
Pericorollie 282
Periderm 54
Peridermium ..186; 266
Peridie....175; 186
— der Myxomyceten 96
Peridiole 183
Perigon ...108; 113
— blüte 109
— **blütige** Pflanzen 285
Perigonium....108; 109; 113
Perigynische Staubgefäße 111
Perigynus....111
Perilla 353
Periode des Wachsens 220
—, glaciale....296
Peripetalie....282
Peripherisch....131
Peripherícus (embryo)....131
Periploca .332; 334; 351; 363
Perisperm...128; 131
Perisporiaceae 156; 172; 173; 266

§.
Perisporium....173
Peristaminie....282
Peristomium ...154
Perithecien....173; 175; 178
— der Flechten ..181
Perithecium....173
Perlgras 330
— moos 328
Perm 294
Pernambuco-Kautschuk 346
Peronospora ..191; 266
Peronosporaceae 156; 190; 191
Peronosporen, Antheridien der...191
—, Conidien der .191
—, Oogonien der 191
—, Oospore der..191
—, Schwärmsporen der....191
Perpelisch 298
Perpsammisch 298
Persea 296; 327
Persica 327; 339; 343
Persicinus.... 24
Persio 347
Persisches Insektenpulver....362
Persistens..25; 113
Personata (corolla)....114
Pertusaria....181
Pertusio 265
Peru 323
— balsam .205; 345; 362
Perückenstrauch...350
Petala....108; 114
Petalodie.... .265
Petersilie....328; 362
Petiolatus.... 84
Petiolus.... 83
Petroselinum..328; 362
Petunia....352
Peumus....362
Peyssonelia....159
Peziza 172; 178; 266
Pfaffenhütlein....363
Pfahlwurzel..95; 244
Pfeffer 328; 362
— **minz**öl..204; 345
— — thee....329
— rohrstöcke....336

§.

Pfeifenholz, türkisches 336
— röhren.....336
— sträucher.350; 351
Pfeilförmig....12; 85
Pferdebohnen ...330
— fleischholz.....332
Pfifferling.....328
Pfingstrose..352; 363
Pfirsichen 327
Pfirsichbaum, Kräuselkrankheit des .266
—, Verbreitung des 324
Pfirsichblütroth... 24
Pflanzenanatomie .2; 41
—, angebaute 321
—, atmosphärische 298
— basen.....208
— bau.....325
—, Bau der..... 41
— beschreibung... 2
—, blütenlose 140; 280
—, bodenholde ...298
—, bodenstete.....298
—, bodenwage....298
— caseïn 209
— chemie.....2; 198
—, chlorophyllose.240
—, eingebürgerte..321
—, eingeführte....321
—, einsamenlappige 131; 291
— eiweiß.....209
—, einzellige..26; 41; 65
—, Elementarorgane der 26
—, Elemente der..198
— fette.....203; 343
—, Feinde der ...263
—, Festigung der.215
— fibrin.....209
—, fleischverdauende 240
— formationen ..301
— geographie...2; 4; 297
—, Grundstoffe der 198
—, heraldische....361
—, hygrophile....298
—, insektenfressende 227; 240
— kohle.....198
—, Krankheiten der 263

§.

Pflanzenkunde... 1
— läuse.....270
—, lebendig gebärende 259; 265
—, Lebenserscheinungen der.....197
— leim.....209
—, Leuchten der..216
—, Morphologie der 65
—, naturalisirte...321
—, obsolete.....362
—, officinelle.....362
— pathologie...2; 4; 263
— physiologie.2; 197
— säuren...202; 249
— schlaf.....228
— schleim ...31; 39; 201; 249
— **stoffe**, Bildung der 249
— —, Wanderung der 250
— systeme 280
— teratologie..2; 265
— **theile**..... 65
— —, Consistenz der..... 23
— —, Dauer der 25
— —, Farbe der 24
— —, Härte der 23
— —, Oberflächenbildung der.... 22
— —, Richtung der 222
— —, Stellung der 15
— unterirdische ..298
— Verbreitungsmittel der 317
—, Vermehrung der 258
—, verschiedenblättrige..... 93
—, verschleppte ...321
—, verwilderte ...321
— wachs..... 44
— wanderungen . 317
— wohnbezirke..316; 317
—, xerophile.....298
— **zelle**, Gestalt der 26
— —, Größe der .26
—, Zusammenleben der 301

§.

Pflanzen, zweisamenlappige...131; 285
Pflaumen.....327
— arten, Verbreitung der 324
— **baum**, Schaten des 266
— —, Taschen des 266
— taschen.....179
Pfriemenförmig .. 85
Pfriemlich....85; 123
Pfropfen.....259
Pfropfbastarde...261
— hybride.....261
— reis.....259
Phacidium 178
Phänologische Beobachtungen ...318
Phäophyll....36; 157
Phaeosporĕae.156; 161
Phaeozoosporĕae 156
Phalaris..326; 330; 354
Phallus.....183
Phanerogamen..65; 280
—, Morphologie der 66
Phanerogamĭa..280
Pharmaceutische Botanik..... 2
Pharmacopoea . 362
Phascaceen.....154
Phascum.....154
Phaseŏlus.326; 328; 338; 351
Phellandrĭum..362
Phelloderma 54
— gen..... 54
Philadelphacĕae285
Philadĕlphus..336; 345; 350
Philodēndron...357
Phlebĭa.....184
Phleum.....330
Phlobaphene.....212
Phloëm 56; 250
Phloridzin.....206
Phlox.....352
Phoenicītes.....296
Phoenicophorĭum 296
Phoenix..327; 328; 332; 357; 362

§.

Phoma 176; 266
Phormidĭum...169; 334
Phosphor, als Bestandtheil der Pflanze.....198
—, als Nährstoff 237; 241
Phosphorescirendes Holz 216
Phosphorsäure, als Nährstoff ..241
—, Wanderungen der 251
Phototaxis.....235
— tonus 22
Phragmidĭum...186
Phragmites....330; 349; 359
Phrynĭum..334; 338
Phycochrom 36; 157; 212
— haltige Algen .169
Phycochromacĕae 156; 169
Phycochromaceen, Dauersporen der 169
—, Sporenzellen der 169
Phycochan ..36; 157; 212
Phycoerythrin....36; 157; 159; 212
Phycomyces....189
Phycomycētes..190
Phykologie....2; 156
Phykophäin...36; 157
Phykoxanthin 36; 157; 212
Phyllachŏra....266
Phyllanthus....341
Phyllerĭum.....269
Phyllocyanin 212
Phyllocyansäure..212
Phyllobĭus.....275
Phyllocladien 68
Phyllodie.....265
Phyllodĭum 83
Phylloglŏssum..145
Phyllom 65
Phyllopĕrtha...275
Phyllosticta...176; 177
Phyllostictĕen 176
Phyllotaxis..... 21

§.
Phylloxanthin....212
Phylloxēra.....270
Phylogenetiſch....281
Physālis.....328
Physārum.....196
Phyſiologie 4
— der Pflanzen..197
Phyſiognomie des Baumes..... 79
Physostīgma..362; 363
Phytelĕphas....336
Phyteuma..328; 330
Phytocrēne 64
Phytognoſie..... 2
Phytographie 2
Phytolācca 347; 363
Phytolaccacĕae.286
Phytologie..... 1
Phytopathologie 2; 263
Phytophthŏra .191; 266
Phytŏptus.....268
Phytotomie..... 2
Piaſſababeſen...335
— bürſten.....335
Piaſſave.....334
Picĕa.....362
Picĕus..... 24
Piĕris.....274
Pietra fungaja..184
Pigmentbakterien 195
— körper..... 36
Pilĕus.....184
Pili.....22; 99
Pilobŏlus.....189
Pilocārpus.....362
Pilōsus.....22; 100
Pilularĭa.....142
Pilzcelluloſe.....170
— e.....156; 170
— e, Athmung der 253
— e, eigentliche..170
— e, eßbare....328
— e, Milchſaftröhren der.....170
— e, paraſitiſche.171
— e, ſaprophyte.240
— fäden....49; 170
— gewebe....47; 49
— kunde.....2; 156
Piment.....362
Pimenta...328; 362
Pimpernuß..331; 363
Pimpinella 328; 330; 345; 362
§.
Pimpinelle.....330
Pinguicŭla.227; 240
Pinheiros.....323
Piniennüſſe.....327
Pinit.....340
Pinnatinervĭa (fol.) 90
Pinnātum (folĭum) 89
Pinnularĭa.....168
Pinſelförmig.....123
Pinus 137; 296; 327; 331; 332; 334; 340; 341; 345; 350; 362
Piper 296; 328; 329; 336; 362
— album.....362
— nigrum.....362
Piperacĕae.....289
Pippau.....363
Piptocephalideen..189
Piptocephălis...189
Piptūrus.....334
Piratinēna.....332
Piriförmis..... 14
Pirus.327; 329; 330; 331; 350
Piſang....327; 328
— wachs.....344
Pisonĭa.....347
Pissōdes.....275
Pistacĭa...332; 341; 345; 362
Piſtaziengallen..341
— holz.....332
Piſtill.....108; 119
Piſtillodie.....265
Pistillum...108; 119
Pisum 326; 328; 330; 349
Pita.....334
Pitche pine....332
Pitchiriginft.....363
Pithecolobĭum..332
Pittosporacĕae.287
Piturigift.....363
Pityriāsis.....171
Placēnta...121; 142
Placentiförmis.. 14
Placōdes.....180
Placodĭum.....180
Plaggen.....349
Plagiotrop.....222
Planēra....296; 350
Plantae cellulāres 283
— vasculāres..283
§.
Plantae vivipărae 265
Plantaginĕae...290
Plantāgo..339; 348
Planum.....87; 104
Planae cotyledŏnes.....131
Plasma.....26; 33
— membran.....213
Plasmodiophŏra 196; 266
Plasmodium.33; 196
Plasmolyſe.....214
Platanacĕae....289
Platanen.....331
Platănus...296; 331
Plathanthēra...362
Platte der Blumenkrone.....114
Platterbſe...326; 330
Platycerĭum....147
Plectogўne.....357
Pleiochaſien.....105
Pleiſtocen.....296
Pleospŏra 172; 175; 176; 177
Pleotaxie.....265
Plerom..... 51
— ſcheide..... 58
Pleurocarpe Mooſe 154
Pleurocārpus...167
Pleurocŏccus...166
Pleurosīgma...168
Plicatĭva (foliatĭo) 92
Pliocänperiode...296
Plicātum (folĭum) 87
Plicātae cotyledŏnes.....131
Plocamĭum 159; 347
Plumbagināceae..290
Plumbĕus..... 24
Plumiēra..332; 345
Plumŭla.....131
Plusĭa.....274
Poa..330; 356; 359
Pocken der Birnbäume.....269
Pockholz.....331
Podarineen.....183
Podetien.....180
Podetĭum.....180
Podocārpus 296; 332
Podogonĭum...293; 296
Podophyllin.....362
Podophўllum...362
§.
Podozamites...295
Pogostēmon....345
Polariſationsapparat 7
Polarität.....221
Polarſtrom.....319
Polemoniacĕae.290
Polemonĭum...352
Polianthes.....345
Polinarĭum.....118
Polirmaterial....335
Pollen.....101; 115
—, Bildung des..118
— haut.....118
— körner.....118
— maſſe.....118
— ſäcke.....115
— ſchläuche.....128
—, Specialmutterzellen des.....118
— tetraden.....118
—, Urmutterzellen des.....118
Pollinodium 172; 173; 178
Polſter.....334
Polyadelphĭa..116; 280
Polyadelphiſche Staubgefäße.....116
Polyandrĭa.....280
Polyangiſch.....148
Polycarpĭcae...288
Polycladie.....265
Polycŏccus.....169
Polyembryonie..131; 138
Polygăla..330; 342; 347; 362
Polygalacĕae...287
Polygamĭa.....280
Polygamiſche Blüte 109
Polygămus flos.109
Polygonacĕae..286
Polygonĭnae...286
Polygŏnum 326; 330; 338; 347; 349; 363
Polygynĭa.....280
Polyides.....159
Polymenĭa.....343
Polymĕrum (ovar.) 120
Polypetăla corŏlla.....114
Polypetălae...282; 285
Polyphăgus....193

§.
Polyphyllie.....265
Polypodiaceen....148
Polypodium...148; 357; 362
Polypŏrus 184; 266; 328; 362
Polysăccum....183
Polysepălus calyx 112; 113
Polysiphoner Thallus 159
Polysiphonia...159
Polysticta.....196
Polystigma....175; 176; 177; 266
Polysymmetrisch.. 8
Polythrincium.176; 266
Polytomie..... 16
Polytrichum...152; 153; 154
Polyxanderholz...332
Pomacĕae.....285
Pomaceen.....296
Pomeranze.....327
— ublütenöl....362
— ugelb..... 24
— uschalen.....362
Pomologie 2
Pompelmuse.....327
Pomum.....130
Pontia.....274
Pontische Provinz.320
Populin 206
Populus ..296; 330; 331; 334; 350; 362
Poppia.....355
Poren..... 29
Poronia.....175
Porös..... 29
Porōse dehiscens 116; 130
Porrey.....328
Porrigo.....171
Portugalöl.....345
Portulăca.....328
Portulacacĕae..286
Portulak.....328
Posidonia.....349
Positive Spannung 219
Porzellanblume...357
Potamogēton...296
Potasche.....348
Potentilla..350; 330
Poteriacĕae....285
Poterium..328; 330
§.
Prachtlilie.....363
Präsentirteller-förmig..... 13
— e Blumenkrone 114
Prairiegebiet.....323
Praktische Botanik 2
Präparate, mikroskopische..... 7
Präparirmikroskope 7
Prasinus..... 24
Prasiŏla.....162
Preißelbeeren..327
— strauch.....331
Preissia.....153
Primäre Vegetationsperiode ...294
— Zweige..... 15
Primarius..... 15
Primelartige....290
—, chinesische....357
Primordialblätter 142
— epoche.....294
— schlauch..... 33
Primula...127; 352; 357; 362
Primulacĕae....290
Primulinae.....290
Prinos.....350
Prismatĭcus.... 14
Prismatisch..... 14
Prismatocārpus 352
Probeobjekte..... 7
Procambium..... 57
Procumbens.... 68
Produkte, chemische.....348
— der Athmung.253
Prokarp.....159
Prolepsis 79
Proliferatio....265
Promycelium186; 188
Propagatio.....258
Propagationsorgan 259
Prophetengurken..355
Prophylamin, als Nährstoff.....239
Prosenchym.47; 49
Prosŏpis...334; 339
Prosthemium...176
Prostrātus..... 68
Protandrisch.....127
Proteacĕae.....285
Proteaceen 296
§.
Proteïnkörper... 37
— stoffe.....209
Prothallium.....151
Prothallium....140
Protocōccus....166
Protogynisch.....127
Protomyces....188
Protomyceten....188
Protonēma.....151
Protophyllum..296
Protophyta 284
Protophytae ...156
Protoplasma 26; 33
—, Bewegungen des 33; 235
—, Strömung des 33; 235
Protosporenfrüchte 176; 178
— der Ascomyceten 172
Protothallus.....180
Prototypen.....294
Provinz, atlantische 323
—, baltische.....323
—, pontische.....323
Prunus ...296; 327; 329; 330; 331; 336; 339; 347; 350; 362; 363
Psammogen.....298
Pharonien.....294
Pseudoparenchym.47; 49; 170
Pseudopezīza...266
Pseudopodium....154
Psidium...327; 328
Psila 272
Psilōtum.....145
Psora.....180
Psoralĕa...328; 329
Psorōma.....180
Psychotria.....347
Psylla 270
Psylliōdes.....275
Psyllōdes.....270
Psylophyton...293; 294
Ptelĕa.....350
Pteleacĕae.....287
Pteris 147; 148; 326; 328; 357
Pteridographie ... 2
Pterocārpus...332; 341; 347; 362
§.
Pterocarya 296; 350
Pterophyllum..294; 295
Pteroxylon.....332
Ptilidium 152
Pubescens.....100
Puccinia...186; 266
Pulmonaria 362
Pulpa.....130
— tamarindōrum 362
Pulpōsus..... 23
Pulque.....329
Pulsatilla 362
Pulsirende Vacuolen 33
Pulveraria.....180
Puna 323
Punctātus..... 22
Punica....296; 327; 341; 350; 357; 362
Punicĕus..... 24
Punktirt..... 22
Purgantia.....362
Purgirkörner....362
— croton...362; 363
— mittel.....362
— winde.....363
Purpurĕus 24
Purpurfarbig.... 24
Purpurin 347
Putāmen...129; 130
Puya.....339
Pyknīden...172; 176; 178
Pyrālis 274
Pyrēna 130
Pyrenomycētes 156; 172; 175; 266
Pyrēthrum....345; 353; 357; 362
Pyrolacĕae.....290
Pyronēma.....178
Pyroxylin.....348
Pythium.....192

Quadrangulāris.9
Quadriquĕter... 9
Quassia.....362
Quassienbitter ...207
Quaternaria....175
Quaternäre Epoche 296
Quebrachorinde ..362
Quecke 362

§.
Queckſilber, als Beſtandtheil der Pflanze 198
Quellen, Flora der 304
Quellung 213
Quercitrin .206; 212; 347
Querceitrongelb ..347
Querceitronrinde..347
Quercus ..296; 329; 330; 331; 336; 337; 338; 341; 347; 349; 350; 362
Querlaufender Ring 148
Querrichtung 8
Querſchnitt..... 8
Querſpannung ...219
Quetſchen 263
Quillaja.....342
Quinoapflanze ...326
Quinquangulāris 9
Quirl 17
— c..... 18
—, echter..... 18
— ſtändig 17
Quillajarinde....342
Quinquenervĭa (folĭa) 90
Quitten 327
— baum ...331; 350
— ſchleim.....339

Racēmi secūndi 104
Racemöſe Blütenſtände 104
Racēmus.....104
Racen.....276
Rachis.....137
Radenkörner.....268
Radförmige Blumenkrone.....114
Radiale Gefäßbündel 57
Radicālis (radix) 82
Radicŭla.....131
Radĭi medullāres 58
Radix.....71; 95
— aconĭti 362
— alkānnae....361
— althaeae....362
— angelĭcae ...362
§.
Radix arnĭcae montānae.....362
— asări 362
— bardānae ...362
— belladōnnae.362
— buglōssi 362
— calămi aromatĭci 362
— carĭcis arenarĭae.....362
— caryophyllātae 362
— chinae orientālis 362
— colchĭci.....362
— colombo 362
— curcūmae...362
— cynoglōssi ..362
— fasciculāta .. 95
— fibrōsa..... 95
— filĭcis maris.362
— galāngae ...362
— gentiānae...362
— ginseng.....362
— gramĭnis albi 362
— hellebŏri albi 362
— — nigri 362
— jalāppae....362
— imperatorĭae 362
— irĭdis florentĭnae 362
— levistĭci.....362
— liquiritĭae...362
— ononĭdis spinōsae.....362
— paeonĭae....362
— palarĭa 95
— pareirae bravae 362
— petroselĭni..362
— pimpinēllae .362
— polypodĭi ..362
— podophўlli..362
— primarĭa.... 95
— pseudacŏri..362
— pulmonarĭae 362
— pyrēthri communis.....362
— — romāni...362
— ratanhĭae ...362
— rhei 362
— salep 362
— saponarĭae rubrae.....362
§.
Radix sarsaparillae 362
— s. bulbus scillae maritĭmae....362
— senēgae.....362
— serpentarĭae virginiānae...362
— symphўti ...362
— taraxăci 362
— tormentĭllae.362
— zedoarĭae officinālis.....362
— zingibĕris albi 362
Radŭla 152
Radŭlum.....184
Rafflesiaceēae...285
Rafflesiaceen 127; 240
Rainfarnweide ...331
Rainweide.....331
Ramalīna 180
Rami 67
Ramifaſer.....334
Ramōsa (radix). 96
Ramōsus 15; 67
Ramularĭa 176; 177; 266
Ramus.....15
Rand des Blattes. 86
Randĭa 329
Ranke.....75; 94
— n.....226
Ranunculaceēae .288
Ranunculaceen ...296
Ranuncŭlus 330; 352; 363
Raphănus 343; 328; 330
Raphe.....124; 131
Raphiden 39
Raphidĭum.....166
Raphidospŏra ..175
Rapontika.....328
Raps.....330; 349
— kuchen.....330
— öl.....203; 343
— ſamen.....330
— verderber.....266
Rapünzchen 328
Rapunzel ...328; 330
Rasamala.....332
Raſenpflanzen ...356
— plätze.....356
— ſchmiele.....330
Ratanhiawurzel ..362
Räuber.....265
§.
Rauchgrau 24
Rauh..... 22
— futter.....330
Raupen.....274
Rauſchbeere.....331
Rautenförmig.... 85
Raygras.....330
—, engliſches.....356
—, italieniſches ...356
Reactionsbewegungen 222
Rebendolde 363
—, Pech der.....266
— ſchwarz.....347
Reblaus 270
Rechtsläufig..... 19
— wendig 19
— windend 68
Receptacŭlum .104; 148
Rectinervĭa (fol.) 90
Rectus 68; 131
Red milkwood .332
Reflexus..... 82
Refrigerantĭa ..362
Regelmäßig ..8; 110; 114
Regenmenge 319
— ſchirmſtöcke ...336
Region, alpine..300; 314
— der Alpenkräuter 300
— der Alpenſträucher 300
— der Berge....300
Region de l'olivier 323
— du dattier ..323
Region, montane 300
— der Nadelhölzer 300
—, nivale 315
— des Weinbaues 300
Regionen.....300
Reiben 263
Reifholz 333
— bäume.....333
Reihe, gerade ... 17
— n.....281
Reine Botanik ... 2
Reis.....326
— beſen.....335
— ſtärke.....338

§.
Reisstroh.....334
—, Verbreitung des 324
Reisen, botanische. 6
Reiserbesen.....335
Reißkohle.....347
Reizbare Blätter 227
— Narben.....227
— Staubgefäße..227
— Theile.....226
Reizbarkeit der Wurzeln.....227
Reizbewegungen..227
Reize, chemische..227
Reizker.....328
Remōta (folĭa).. 82
Renekloden.....327
Renifŏrme (folĭum) 85
Renifŏrmis..... 10
Rennthierflechte...330
Repăndum (folĭum) 86
Repens..... 68
Reproductĭo..258; 260
Reproductive Organe 65; 101
Reproduction...65; 221
— sorgane..... 65
Reptans..... 68
Reseda.....357
Resēda....347; 357
Resedacĕae....287
Reservenährstoffe 252
— der Holzpflanzen 252
— der Samen...252
— der Stauden..252
Reservestoffbehälter 252
Resĭna benzoës 362
— elĕmi.....362
— euphorbĭi.. 362
— jalăpae.....362
— ladănum....362
— sandarăcae..362
Resinosis.....263
Resolventĭa....362
Respiration.....253
Restiacĕae.....291
Restiaceen.....296
Resupināta (fol.) 82
Reticulātus.... 22
Rettig.....328
§.
Revolutĭva vernatĭo..... 92
Revolutive Nutation 225
Revolūtum (fol.) 87
Rhabarber..328; 362
Rhachis....89; 104
Rhacodĭum....171
Rhamnacĕae...287
Rhamnaceen.....296
Rhamnus.330; 331; 347; 350; 362; 363
Rhät.....295
Rheomata.....323
Rheum....328; 362
Rhinanthaceen...240
Rhinānthus....240
Rhizidĭum.....193
Rhizinen.....180
Rhizocarpĕae..142
Rhizocauleen....296
Rhizoctonĭa....266
Rhizoid.....161
— **en**.....158; 163
Rhizokarpeen.....142
Rhizōma...72; 146; 147
— filĭcis maris.362
Rhizom..... ... 72
—, gestauchtes.... 72
—, gewundenes... 72
—, kriechendes.... 72
— e, monopodiale 72
— Richtung der .232
—, als Reservestoffbehälter.....252
—, sympodiale ... 72
Rhizomŏrpha..171; 184
Rhizophŏra 97; 332; 341; 347
Rhizophoracĕae 285
Rhizōpus.....189
Rhodānthe.....359
Rhodītes.....273
Rhododēndron 331; 350; 357
Rhodophyll..36; 157
Rhodōra.....350
Rhodoracĕae...290
Rhodosperměae 159
Rhoeadĭnae....288
Rhombĕus..... 85
Rhus.332; 341; 344; 345; 347; 350; 351; 362; 363
Rhynchītes.....275
§.
Rhynchonēma..167
Rhytidōma..... 54
Rhytĭsma..178; 266
Ribes 327; 330; 347; 350
Ribesiacĕae....285
Riccia.....152
Ricciacĕae.....150
Ricciaceen..150; 153; 154
Richtung der Blätter zum Lichte....233
— horizontaler Zweige 232
— der Pflanzentheile 222
— der Rhizome..232
— sbewegungen .222
— der Seitenwurzeln 232
Ricĭnus...330; 343; 353; 362; 363
Ricinuskörner...362
— öl..203; 343; 362
Riechstoffe.....345
Ried.....305
Riesen.....22; 130
Riesengebirge....300
— hanf.....353
— mais.....354
— wuchs.....265
Rigĭdus..... 23
Rillen..... 22; 130
Rimöse dehiscens 116
Rinde.....58; 60
— schichten.....180
— ständige Bündel 56
— verletzungen..263
—, Winterische...328
— nfarbstoffe....212
— ngewürze....328
— nhöckerchen... 54
— nmarkstrahl... 60
— nstrahl..... 60
Ring..125; 148; 154
—, endständiger ..148
— fasern..... 29
— fasertracheen.. 44
— faserzellen.... 29
— gefäße.....44; 57
— der Hutpilze..184
—, querlaufender .148
—, schiefer.....148
—, verticaler.....148
Ringelblume.....352
§.
Ringelung.....263
— sversuche.....250
Rippen 22; 90; 130
— des Blattes...246
Rispe.....106
— ngräser..330; 356
Rittersporn.....352
Ritzenschorf.....266
Rivularĭa.....169
Rivulariacĕae..169
Robinĭa..228; 330; 332; 350
Robinie.....350
Roborantĭa....362
Roccella..180; 347; 362
Roccellsäure.....212
Rochette.....348
Roestelĭa.....186; 266
Roggen....326; 349
— kaffee..... ..329
—, Knoten des...268
— stärke.....338
— stengelbrand ..266
—, Stock des....268
—, Verbreitung des 324
Rohchlorophyll...212
— faser.....201
Rohrstöcke.....336
— **zucker**..201; 249; 340
— — gruppe...201
— —, als Reservenährstoff.....252
Röhre.....114
— nbeutlige Pflanzen 290
— nblütige.....290
Röhrig..... 13
Röhrige Blumenkrone 114
Rokambolle.....328
Rosa 327; 331; 345; 350; 357; 361; 362
Rosacĕae.....285
Rosenäpfel.....327
— blätter.....345
— blume.....359
— blütige.....285
— holz.....332
— kranzförmige Gefäße..... 44
— öl..204; 345; 362
— roth..... 24

§.
Rosenwasser.....345
— weiß.....266
Rosette..... 82
Rosĕus..... 24
Rosewood.....332
Rosiflōrae.....285
Rosinen..... 327
Rosmarienheide.363
— öl.....204; 345
Rosmarin.....352
Rosmarinus...345; 352
Rost.....186; 266
— der Apfelbäume 266
— der Birnbäume 266
— der Ebereschen 266
— farbig..... 24
— flecken auf Aepfeln 266
— krankheiten...266
— der Papilionaceen 266
— pilze....186; 266
— der Runkelrüben 266
—, weißer.....266
Roßfenchel.....363
— haar, vegetabilisches..... 334
— **kastanie** 330; 331; 349; 350
— — nartige...287
Rotāta corōlla.114
Rotation des Protoplasma..... 33
Roth..... 24
— blättrige Spielarten.....350
— braun..... 24
— buche...331; 350
— e Farbstoffe..347
— es Cedernholz 332
— es Sandelholz 332; 347
— fäule....263; 266
— **holz**.....332
— —, Afrikanisches 332; 347
— tange.....159
— tanne.....331
— weine, Verfälschung der.....347
Rotirende Nutation 225

§.
Rottlĕra...347; 362
Rozēlla.....193
Ruber..... 24
Rubĭa.....347
Rubiacĕae.....290
Rubicin.....347
Rubidium, als Bestandtheil der Pflanze 198
—, als Nährstoff 241
Rubiĭnae.....290
Rubus 327; 347; 350; 362
Ruchgras.....330
Rudbeckĭa.....321
Ruderalflora....311
— pflanzen.....298
Rudimentäre Bildung 265
Rübe.....328; 330
— uförmige Wurzel 96
— nzucker.....201
Rüböl.....203
Rübsen.....330
Rückenfläche.....130
— naht des Fruchtblattes.....120
— ständig.....116
Rückschlag.....261
— schreitende Metamorphose..... 265
Rugae..... 22
Rugōsum (folĭum) 87
Rugōsus..... 22
Rum.....329
Rumex....328; 330
Rund..... 85
— lich (Blatt)... 85
Runkel.....349
— **rübe**..272; 328; 330
— — n, Herzfäule der.....266
— — nkaffee....329
— —, Rost der..266
— — zucker.....340
Runzeln..... 22
Runzelig.....22; 87
— schorf.....266
Russŭla.....363
Ruß.....347
— thau.....266
Rüster.310; 331; 350
Ruta.....328; 362

§.
Rutacĕae.....287
Ruthenförmig.... 68
Rytiphlaëa.....347

Saaterbse.326; 330
— linse.....326
Sabadilla.....362
Sabadillgermer .363
— samen.....362
Sabal.....296
Sabatĭa.....362
Saccharomўces.194
Saccharose.....201
Sacchărum 329; 334; 340
Saccŭlus embryonālis.....124
Sadebaum.331; 350; 362; 363
Saflor.....347
Saffraanhout...332
Safran...328; 347; 352; 357; 362
— gelb..... 24
Saftblättchen....113
— gänge..... 48
— grün.....347
— raum.....33; 39
— schüppchen....113
— steigen.....247
Sagapēnum....345
Sagenoptĕris...295
Sägezähnig..... 86
Sägig..... 86
Sagittātus...12; 85
Sago.....201; 338
— palme.....326
Sagueerzucker....340
Sagus 326; 329; 336; 338
Sahara.....323
Sahlweide.....310
Sāl.....332
Salatkräuter....328
— pflanzen.....328
Salbei.....328; 352
Salep.....362
— schleim.....339
Salicin.....206
Salicinĕae.....289
Salicor.....348
Salicornĭa.....348
Salicylsäure.....202
Salinenflora.....302
Salisburĭa.139; 296

§.
Salix 296; 330; 331; 334; 341; 362
Salpetersäure, als Nährstoff.....239
Salpiglōssis....352
Salsŏla..... 348
Salvĭa 328; 352; 353
Salvinĭa.....142
Salviniaceen.....142
Salzpflanzen 299; 302
— steppe.....323
— strauch.....350
— wiesen.....302
Samăra.....129
Sambūcus 328; 329; 331; 347; 358; 363
Samen....131; 139
—, Athmung der.253
—, Ausstreuung der 133; 224
— blätter.....131
—, Eiweiß des...131
—, eiweißhaltige..131
—, eiweißlose....131
— eiweiß...131; 251
— faden.....260
— futter.....330
— käfer.....275
— **knospe**, amphitrope.....124
— —, anatrope..124
— —, campylotrope 124
— —, gegenläufige 124
— —, geradläufige 124
— —, krummläufige 124
— — n..101; 108; 119; 120; 124; 137
— — n, axenbürtige 124
— — n, carpellbürtige.....124
— —, orthotrope 124
— —, umgekehrte 124
— lappen.....131
— leiste.....121
— mantel.....131
— pflanzen..... 65
—, Reservenährstoffe der.....252
— sammlungen.. 6
— träger.....121

§.
Samenwolle....334
— schale.....131
Sammelfrüchte...129
Sammetnelke....352
— schwarz..... 24
Sammlungen, botanische..... 6
Samock.....332
Samydacĕae....285
St. Helena 323
— Paul.....323
Sandarak..345; 362
— baum 362
—, deutscher.....345
Sanddorn 331
Sandelbäume...240
— **holz**.....362
— —, rothes...332; 347
— —, weißes...332
Sandriedgras ...362
— steppe 323
— **strand** 302
— — flora 302
— wichs-Inseln..323
Sanguinaria....347
Sanguinĕus..... 24
Sanguisorba....330
Sanseviĕra.....334
Santalacĕae....285
Santalin 212
Santălum..332; 362
Santalaceen.....240
Santalinae.....285
Santelartige.....285
Santonin 207
Saora.....362
Sapindacĕae ...287
Sapindaceen...296
—, Stämme der. 64
Sapindus .296; 334; 342; 343
Sapium.....346
Saponaria 127; 342; 352; 362
Sapōta....332; 346
Sapotacĕae 290
Sappanholz 332
Saprolegniacĕae 156; 190; 192
Saprolegniaceen, Antheridien der 192
—, Geschlechtsorgane der 192
—, Oogonien der.192
—, Oosporen der .192

§.
Saprolegniaceen, Schwärmsporen der 192
—, Zoosporangien der 192
Saprophyte Pilze 240
— **n** 170; 240
Sarcina..... ..195
Sarcocolla.....339
Sargässum.....161
Saribus.....339
Sarothāmnus..330; 335
Sarracenia..94; 240
Sarsaparillawurzel 362
Sassäfras.296; 345; 362
— holz.....362
— öl 345
Satanspilz.....363
Saturēja.....328
Saubohne..326; 330
Sauerampfer....328
— citrone 327
— kirsche 331
— **stoff**, als Bestandtheil der Pflanze 198
— —, Einfluß auf die Athmung ..253
— —, Einfluß auf Bewegungen...222
— —, Einfluß auf Protoplasmabewegung.....235
— —, als Lebensbedingung.....262
— —, als Nährstoff 237
Saugwurzel.....244
Saul.....332
— harz 345
Säulenfrüchtige ..287
Saum 113; 114
Säumangen..... 67
Säuren, aromatische 202
—, als Gift.....264
— organische 39; 202; 249
—, vegetabilische..202
Savannen 319
Saxifräga..352; 357
Saxifragĕae....285
Saxifraginae...285

§.
Scaber.....22; 100
Scabiōsa.....352
Scammonium ..345
Scandens 68
Scapania.....152
Scapus 80
Scariōsus..... 23
Scenedēsmus...166
Schabziegerklee...330
Schachblume 363
Schachtelhalme..146
— holz.....331
Schafgarbe.. ...330
— schwingel.....330
Schaft 80
— halme 146
Schalenbildung der Zellenmembran. 31
— obst 327
Schälen 263
Schalfrucht.....129
Schalotten 328
Scharf.....22; 100
Scharlachflechte..358
— moos.....358
— roth..... 24
Schaumkraut....330
Scheckig 24
Scheibe....125; 178
—, oberweibige...125
—, unterweibige..125
— **u**blüten.....104
— **u**förmig..14; 123
— — **e** Trichome 99
— **u**pilze.....178
Scheidchen 154
Scheidenknospe...263
Scheidewandspaltige Kapsel.....130
— **wände**, falsche 120
— — der Frucht 120
Scheinaxe 16
— eiben.....350
— eller 350
— früchte.....129
— parenchym....170
— quirl..... 18
Scheitel..... 8
— zelle..... 51
Schellenbäume...363
Scheuerbast.....335
— besen.....335
— kräuter 335
Schicht, gonimische 180
— **en**spannung .219
Schichtung 213
— der Zellmembran 30

§.
Schiefblatt.....357
— **e** Richtung der Pflanzentheile..232
— **er** Ring.. ..148
Schierling ..362; 363
Schießbaumwolle.348
Schießpulver.....348
Schiffchen der Blüte 114
Schildchen.....131
Schildförmig.... 84
— läuse 270
Schilf.....349
— rohr.....330
Schimmelgrün .. 24
— pilz 173
Schinus.....345
Schirm 104
— tanne.....350
— traube.....104
Schizäaceen 148
Schizocarpium .129
Schizochlämys .166
Schizogene Intercellularen..... 48
Schizogonium ..162
Schizomyceten ...170
Schizomycētes 156; 195
Schizoneura...270; 295
Schizophytae...156
Schizophyten 195
Schizosporĕae..156
Schizosporeen....195
Schizymenia ...328
Schlafäpfel.....273
— bewegungen...228
— mittel 362
— stellung.....228
Schlafende Augen 67
— Knospen.....260
Schlagen.....263
Schlangenkraut..363
— wurzel..... 362
Schlauchalgen...163
— frucht 130
— pilze 172
— sporen.....172
Schlehen.....327
— blüten.....362
— thee.....329
Schleichĕra 332
Schleicheria ...343
Schleier.....148
— der Hutpilze..184

§.
Schleifmaterial..335
— **en**blume.....352
Schleimbehälter.. 48
— harze.....205
— **ig**..... 23
— **ige** Gährung.255
— kanäle..... 48
— pilze....170; 196
— zellen.....249
— zucker...201; 249
Schleudern..146; 154
Schlickgrund.....302
Schließfrüchte...129
— zellen..... 53
Schlinge....351; 363
Schlingpflanzen .226; 351
Schmarotzerpflanzen 170; 240; 266
— pilze.....171
Schmetterlinge...274
Schmetterlingsförmige Blumenkrone ..114
Schmiele.....330
Schmierbrand....266
Schmutziggelb.... 24
Schneckenförmig. 92
— klee.....330
Schneeball.....331
— beere.....350
— berger Schnupftabak.....329
— blume.....350
— bruch.....263
— glöcklein.....352
— grenze...300; 318
— linie.....315
— weiß..... 24
Schnitt.....263
— **ig**..... 11
—, künstlicher....263
— lauch.....328
Schnupftabak, Schneeberger.....329
Schoberia.....348
Schöllkraut.....363
Schöngesicht.....352
Schöpfungs-Centrum 317
Schorf.....263
Schote.....130
— **n** des Pflaumenbaumes.....266
— **n**früchtige Pflanzen 280
— **n**gemüse.....328
— **n**klee.....330
§.
Schötchen.....130
— früchtige Pflanzen 280
Schrägzeilen..... 19
Schraubel.....105
Schraubenmikrometer..... 7
Schrot.....326
Schuppen.103; 104; 137
— bäume.....145
— haare..... 99
Schülferhaare.... 99
Schüsselchen.....103
Schutzmittel gegen Feinde.....127
— scheide..... 58
Schwalbennester, indische.....328
Schwammig..... 23
Schwammparenchym 58
— zucker.....201
Schwämme.....170
—, eßbare.....328
Schwärmbewegungen 235
— **en**..... 33
— **er**..... 33
Schwärmsporen.33; 155
—, Bewegung der 235
— der Chytridiaceen 193
— der Confervaceen 162
— der Myxomyceten 196
—, Paarung der..40; 162
— der Palmellaceen 166
— der Peronosporeen 191
— der Saprolegniaceen.....192
— der Siphoneen 163
Schwarz..... 24
— dorn.....331
— grau..... 24
— kiefer....331; 362
— pappel.....362
— pech.....345
—, Frankfurter...347
— **e** Farbstoffe..347
— **es** Eisenholz..332
§.
Schwarztange...161
— wald.....314
— werden des Klees 266
— wurz oder -wurzel 328; 330
Schwedisches Lilienholz 331
Schwefelallyl....204
—, als Bestandtheil der Pflanze....198
— cyanallyl.....204
— gelb..... 24
— kopf.....363
— metalle, als Gift 264
—, als Nährstoff 237; 241
— **säure**, als Nährstoff.....241
— —, Wanderung der.....251
Schweflige Säure, als Gift.....264
Schweißtreibende Mittel.....362
Schwellgewebe...219
Schwerkraft, Einfluß auf Bewegungen 230
—, Einfluß auf Organbildung..221
—, Einfluß auf Protoplasmabewegung 235
—, Einfluß auf das Wachsthum....220
Schwertförmig.. 85
— lilien...352; 362; 363
Schwimmwurzeln. 97
Schwingelgräser.330; 356
Sciadium.....166
Sciadopitys....350
Scilla 352; 357; 362; 363
Scirpus.....334
Scitaminēae....291
Scleranthēae...296
Sclerenchym.... 58
— fasern..57; 58; 62
— scheiden..... 58
Sclerodērma...183
Scleroptēris....295
§.
Sclerotien 171; 178; 184
— der Myxomyceten 196
Sclerotium.....171
Scolecit.....178
Scolecoptēris...294
Scolopendrium..147
Scorodōsma....345
Scorzonēra 328; 330
Scrobiculātum receptacŭlum.104
Scrub.....323
Scrophulariacēae 290
Scutēllum.....131
Scytoneměae...169
Scytosiphon....161
Secāle 326; 329; 330; 334; 338; 349
— cornūtum...362
Sechseckig..... 9
— männige Pflanzen 280
— seitig..... 9
— weibig.....280
Secretbehälter, intercellulare..... 48
— kanäle..... 48
Secretion.....249
— **en**, abnorme..263
Sectus..... 11
Secundarius.... 15
Secundärknospen 67
— **e** Markstrahlen 60
— **e** Vegetationsperiode.....295
— **e** Zweige.... 15
— **er** Bast..... 60
— **es** Dickenwachsthum..... 59
— **es** Holz..... 60
Sedum 328; 357; 363
Seegras...348; 349
— gräser.....302
— klima.....318
— strandskiefer..362
— tange.....348
Segmenta..... 11
Segmentzelle.... 51
Segregāta (ordo) 280
Seide, vegetabilische 334
Seidelbast 331; 362; 363
— artige.....285

§.
Seidenarten 240; 266
— glänzend 100
— haarig 100
— pflanze 363
— **raupen**, Krankheit der 171
— — nahrung ..330
Seifenbeeren 342
— kraut 362
— pflanzen 342
— rinde 342
— wurzel ..342; 352
Seile 334
Seitenaxen 67
— glieder 15
— knospen 67
— nerven ...90; 147
— riefe 130
— rippen 90
— sprosse 67
— ständig 102
— **wurzeln** .95; 244
— —, Richtung der 232
— zweige 67
Seitliche Glieder 15
— Organe 15
— Verzweigung .. 16
Selaginĕae 290
Selaginella 143; 357; 360
Selaginellĕae ...143
Selaginelleen 143
Selbstbefruchtung 127
— der Blüten ...127
Selbstleuchten 216
Selen, als Bestandtheil der Pflanze 198
Sellerie 328
Semen 131
— amōmi 362
— datūrae 362
— hyoscyămi ..362
— lini 362
— papavĕris albi 362
— sabadillae ..362
— sinăpis 362
Semiadnātum (ov.) 111
Semiinfĕrum (ovar.) 111
Semĭna anacardĭi occidentālis ..362
§.
Semĭna anīsi vulgāris 362
— cacāo 362
— cannăbis 362
— carvi 362
— cicūtae 362
— colchĭci 362
— coriāndri 362
— cydoniōrum .362
— foenicŭli 362
— foeni graeci .362
— nigĕllae 362
— petroselīni ..362
— phellandrĭi ..362
— ricĭni vulgāris 362
— strychni 362
Semitĕres 9
Senecĭo ...330; 352
Senegal, Ebenholz vom 332
— gummi 339
— wurzel ..342; 362
Senf..328; 330; 362
— körner 362
— öl 204; 362
Senkrecht 82
— e Richtung der Pflanzentheile ..230
Sennesblätter, deutsche 362
Sennhütten .300; 314
Sepăla 108
Sepalodie 265
Septicĭde dehiscens 130
Septonēma 176
Septorĭa..176; 177; 266
Sequoĭa ..293; 296; 350
Sericĕus 100
Sericogrăphis ..347
Serpentarĭae ...285
Serradēlla 330
Serratūla 347
Serrātum (fol.).. 86
Sesamöl 343
— samenkuchen ..330
Sesămum ..330; 343
Sesbanĭa 334
Sessĭle (folĭum). 84
— (stamen) 116
Seta 153
Setae 99
Setacĕum (fol.).. 85
Setarĭa 326
§.
Setōsum 104
Setōsus 100
Sexualität 101
— organe ..101; 260
— system Linné's 280
Sexuelle Fortpflanzung 260
Seychellen 323
Shepherdĭa 350
Shorĕa 332; 345
Sialagōga 362
Sibirien 323
Sicўos 338
Sicyospērma ..355
Sida 334
Sideroxўlon ...332; 346
Siebenfingerig .. 88
— männige Pflanzen 280
— theilig 89
— weibige Pflanzen 280
— zählig 89
Siebplatte 45
— poren 45
— röhren 47; 57; 250
— theil 57; 250
Siegwurz ..352; 357
Sierra-Nevada ..323
Sigillarĭa 293
Sigillarien..145; 294
Silber, als Bestandtheil der Pflanze 198
— weiß 24
Silēne 127; 352
Silicium, als Bestandtheil der Pflanze 198
—, als Nährstoff. 241
—, Wanderung des 251
Silicŭla 130
Siliculōsae 280
Silĭqua 130
Silĭquae dulces .362
— vanillae 362
Siliquōsae 280
Silkgras 334
Silurisches System 294
Simarūba..339; 341
Simarubacĕae ..287
Simplex.15; 67; 89; 96
§.
Simirĭa 347
Sinăpis328; 330; 343; 362
Sinau 330
Sinuātum (fol.).. 86
Siphonĕae.156; 163
Siphoneen, Antheridien der 163
—, Oogonien der 163
—, Oosporen der 163
—, Schwärmsporen der 163
Siphonĭa 346
Sipīri 332
Sirosiphonĕae..169
Sisalhanf 334
Sitōna 275
Sitzend 84; 114
Sitzende Narbe ..122
Sium..328; 330; 363
Skariōs 23
Skelet der Zellhaut 31
Smaragdīnus... 24
Smaragdgrün ... 24
Smilacĕae 291
Smilax 362
Soda 348
Soja 326
— bohne 326
Solanacĕae 290
Solanin 206
Solānum..328; 329; 330; 338; 349; 351; 353; 362; 363
Solidāgo ..347; 352
Sommerdürre ...264
— gewächse 80
Sonchus 330
Sonnenblume ..352
— **öl** 203; 343
Sonnenthau 240
Soor 171
Sophōra...347; 350
Sorāstrum 165
Sorbus ...327; 331; 350
Sordarĭa ..175; 177
Soredĭa 180
Soredialanflüge ..180
Soredien 180
Soreumăta 180
Sorghum oder Sorgohirse ..326; 330; 335; 347
Sori 161
Sorisporĭum....188

§.
Sorus 142; 148
Spadiciflōrae ...291
Spadix 104
Spaltfrucht.129; 130
— **ig**..... 11
— öffnungen 53; 242; 245
— **pilze** ...170; 195
— —, Bewegung der 195; 235
— —, Sporen der 195
— **ung** 265
Spangrün 24
Spanischer Pfeffer 362
Spannung, negative 219
—, positive.....219
Sparässis 328
Spargel 328
— erbsen...326; 328
Spark.....330
Sparmannia....227
Sparsus 17
Spartina.....354
Spartium 334
Spatelförmig 85
Spatelig.....10; 85
Spatha 103
Spathodea.....332
Spathularia....178
Spathulātus..10; 85
Spazierstöcke.....336
Specialmutterzellen des Pollens ...118
Specielle Botanik. 2
Species.....276
Specifische Assimilationsenergie....238
Speichelerregende Mittel.....362
Speierling 327
Speiteufel.....363
Spelt 326
—, Verbreitung des 324
Spelzblütige 291
— **en**.....103
Spergula..330; 349
Spermatien.172; 176; 178
Spermatium....172
Spermatozoiden 33; 260
—, Bewegung der 235
— der Farne....149
§.
Spermogonien.172; 176; 178; 186
— der Flechten..181
Spermogonium .172; 136
Sperrkraut 352
Sphacelaria....161
Sphacelariceen....161
Sphacelātus.... 24
Sphacelia..176; 177
Sphacelōma...177; 266
Sphaerella.175; 177
Sphaeria ..175; 177
Sphaerobōlus ..183
Sphaerocōccus .159
Sphaeroïdēus .. 14
Sphäroidisch..... 14
Sphärokrystalle... 39
Sphaerophōron.181
Sphaeropleа ..156; 162
Sphäropsideen ...176
Sphaerōpsis....176
Sphaerothallia .326
Sphagnacеae...150
Sphagnum.154; 305
Sphenophyllum 145; 294
Sphenoptēris..147; 294; 295
Spica.....104
Spicula.....104
Spielarten.261; 276
—, buntblättrige .350
—, panachirte ...350
—, geschlitztblättrige 350
—, rothblättrige..350
Spierling 331
Spiersträucher ...350
Spießförmig ..12; 85
Spilanthes 347
Spilographa. ..272
Spina 77; 94
Spinacia.....328
Spinat.....328
Spindel...104; 137
— baum...331; 348
— förmige Wurzel 96
Spiraea...329; 341; 347; 350
Spiraeacеae....285
Spirale 17
Spiralfasern 29
— **faser**tracheen.. 44
— — zellen..... 29
§.
Spiralgefäße..44; 57
— **ig**..... 17
— **iges** Aufrollen 225
— stellungen 19
Spirangium 293
Spirillum 195
Spirillen 195
Spirogyra.....167
Spirre 106
Spitz..... 12
— **e**..8; 12; 85; 221
— **en**blume.....357
— **en**wachsthum . 28
— keimer.....131
— klette 262
Splachnum.....154
Splint 62; 263
— bäume.....333
— fäule.....363
— holz.....246
Spondias..327; 339
Spongiosus 23
Sponia 334
Spontane Bewegungen 222
Sporae 140
Sporangia 140
Sporangien....140
— der Farnkräuter 148
— der Fucoideen.161
— der Myxomyceten 196
Sporangiolen....189
Sporangium der Moose.....153
— der Zygomyceten 189
Sporen....125; 140
— bildende Fäden 188
—, Ejaculation der 224
— früchte.....142
— haut, äußere..140
— haut, innere..140
— knospen.....158
— der Myxomyceten 196
— Paarung von.155
— pflanzen 65
—, als Reservestoffbehälter.....252
— säcke.....140
— schläuche.172; 175
§.
Sporenschläuche der Flechten.....181
— der Spaltpilze 195
— zellen der Phykochromaceen...169
Sporidesmium.176; 266
Sporidien .184; 185; 186; 188
Sporn.....113; 114
Sporocādus....176
Sporogonium...150; 153
Spreewald 305
Spreite..... 83
Spreublättchen .103; 147
— schuppen 147
— **ig**.....104; 129
Springfrüchte...129
— früchtler 287
— gurke.....363
— läuse.....270
Spritzgurke 224; 355
Sproß 65; 66
— bildung, vermehrte 265
—, einfacher.. .. 67
— folge. 78
— pilze 194
— system..... 67
Sprossung..40; 265
—, hefeartige 170; 189; 194
Spumaria.....196
Squamae..103; 137
Staarsteine.....294
Stabthierchen....168
Stachannularia.294
Stachelbeeren....327
— beerstrauch... 331
— **ig**.....22; 100
— **n**.....22; 99
— schwamm.....184
— spitzig 12
Stachyptēris ...295
Stachys ...328; 353
Stadtmannia ...332
Stalagmites....345
Stamina...108; 115
Staminen.....108
Staminodien...117; 265
Stamm. 65; 66
— eigene Stränge 56
—, oberirdischer .. 75

§.
Stammpflanzen . . 284
—, Verstümmelung des 263
Stämmchen der Moose 152
Stämme der Amarantaceen 64
—, anomale 64
— der Avicennien 64
— der Bignoniaceen 64
—, cactusartige. . 75
— der Calycantheen 64
— der Chenopodiaceen 64
— der Cycadeen . 64
— der Dioscoreaceen 64
— der Drachenbäume 64
— der Malpighiaceen 64
—, monokotyledone 64
— der Menispermaceen 64
—, normale. 64
— der Nyctagineen 64
— der Sapindaceen 64
Standörter der Pflanzen 297
Stapelia 127
Staphylea . 131; 363
Stärkecellulose . . . 38; 201
— gummi 201
— kleister. 201
— **körner** 38
— —, halbzusammengesetzte 38
— —, zusammengesetzte 38
— **mehl** 38; 201; 249; 338
— —, als Reservenährstoff 252
— ring 250
— schicht 58
— sorten 338
Stärkende Mittel . 362
Starrezustand 222
Statice 341; 352; 359
Staubartiger Thallus 180

§.
Staubbeutel 115
— **blätter** . 108; 114; 137
— —, einfache . . . 116
— —, zusammengesetzte 116
— brand 266
— faden . . . 115; 116
— **gefäße** . . 108; 115
— —, Formen der 116
— —, reizbare . . 227
— —, Verwachsung der 116
— kölbchen 115
— weg 122
Staude 80
— **n**, Reservenährstoffe der 252
Stauronēis 168
Stearin 203
— säure 203
Stechapfel . 352; 362; 363
— eiche 358
— ginster 331
— palme 331
Stecklinge 259
— rübe 328; 330
Stegilla 178
Stehende Gewässer 300
Steif 32
— haarig 100
— halm 330
Steinbeere 129
— brand 266
— **brech** 352
— — artige 285
— frucht . . . 129; 130
— früchte 336
— hart 23
— **kern** 129; 130
— — **e** 293
— klee 330
— **kohlen**epoche . . 294
— — rauch, als Gift 264
— nüsse 336
— **obst** 327
— — bäume, Verbreitung der . . . 324
— pilz 328
— zellen 58
Stellung der Pflanzentheile 15
— **en**, aspirale . . 20

§.
Stemonītis 196
Stempel . . . 108; 119
— männige Pflanzen 280
Stengel . . 65; 66; 80
— anschwellungen 272
— blätter 82
—, frondoser 152
— futter 330
— gewürze 328
— glied 66
—, laubartiger . . . 152
—, Metamorphose des 69
— der Moose . . . 152
— pflanzen 284
— ständige Blätter 82
— umfassend 84
—, Verzweigung des 67
—, Verzweigungsgrade des 67
Stenocārpus 332
Stephanosphaera 164
Stephanōtis 334
Steppen 319
— gebiet 323
— läufer 323
— pflanze 307
Stercūlia . 329; 334; 339; 343
Sterculiaceen 296
Sterigmen . . 184; 185
Sterile Staubgefäße 117
Sterilia (stamina) 117
Sterīlis flos 109
Sternblätterpflanzen 146
— dolde 363
— gänge 263
— haare 99
Sternutatoria . . 362
Stich 263
Stickstoff, als Bestandtheil der Pflanze 198
—, als Nährstoff . 237
— haltige Nährstoffe 239
Stictis 178
Stiefmütterchen . . 352; 362

§.
Stiel der Hautpilze 184
— rund 9; 14
Stigeoclonium . . 162
Stigma 123
— sessile 123
Stigmarien . 145; 294
Stigmăta croci . 362
Stigmatēa 175
Stilbospōra 176
Stilbum 178
Stillingia 343
Stimŭli 99
Stipa 334; 359
Stipītes dulcamārae 362
Stipŭlae 83
Stock 79; 80
— ausschlag 263
— fäule 263
— lack 345
— malve 352
— des Roggens . 268
— rose 352; 362
—, unterirdischer. 70
Stoffabgang 236; 253
— umwandelungen 2
— wanderungen . 236
— wechsel 236
Stomăta 53
Stopfstoffe 334
Stoppeln 349
Storax 205; 345; 362
Storchschnabelartige 287
Stoßreize 227
Strahlenblüten . . . 104
Stramineus 24
Strandnelke . . 352; 359
Stränge, getrenntläufige 56
—, stammeigene . . 56
—, vereintläufige . 56
Straßburger Terpentin 345
Stratum corticāle 180
— gonimon 180
— medulläre . . . 180
Strauch 80
— artiger Thallus 180
— **form** 79
— — **en**, abnorme 263
Straußgras 330

§.
Streifen 22
— nervig..... 90
Streifung.....213
— der Zellmembran 30
Streu.....349
Streusandbüchsenbaum 363
Striae 22
Striätus..... 22
Striemen der Umbelliferen.....130
Striölae..... 22
Stroh 349
— blume.....352
— gelb..... 24
— hüte.....334
— papier.....334
Stroma....175; 178
Stromata, conidientragende..176; 178
Strömung des Protoplasmas...33; 235
Strontium, als Bestandtheil der Pflanze.....198
—, als Nährstoff.241
Strophänthus...334
Strophiöla.....131
Strunk..79; 80; 184
Strychnin...208; 363
Strychnos..362; 363
Stufe, aquitanische 296
Sturm.....263
— hut.....352; 363
Stützblatt..... 67
Stylidiacĕae... 290
Stylosporen 172; 176; 178; 186
Stylus.....122
Styracacĕae....290
Styrax 345; 362
Subalpine Region 300
Suber 54
Suberin.....201
Suberōsus 23
Subrotündum (fol.) 85
Subjekt.....259
Subspecies.....276
Substanzen, inkrustirende.....201
Subulātum (folium) 84
Succulenten.....357
Südamerika, cisäquatoriales...323
§.
Sudan 323
— kaffee.....329
Sudeten 314
Südsee-Inseln ...323
Suffrütex....79; 80
Sulcātus 22
Sulci 22
Sulphurĕus..... 24
Sumach...341; 350; 363
Sumatra-Kautschuk 346
Summitātes sabīnae.....362
Sumpflilien.....291
— moos.....305
— porst....331; 363
Sunn 334
Superflūa (ordo) 280
Superponirt..18; 110
Supĕrum ovarium 111
Suppenkräuter..328
— lauch.....328
Supradecompositum (folium) 89
Surreyn 332
Süße Mandeln..362
Süßgras 330
— **holz** 362
— — strauch....351
— — zucker 340
— kirschbaum ...331
— kirschen 327
— **wasser**, Flora des 303
— — pflanzen ..303
— zitrone.....327
Swamp oak....332
Sweet wood ...332
Swietenia.....332
Symbiose...180; 240
Symmetrie..... 8
Symmetrisch..8; 110
Sympetāla (corōlla) 112
Sympetālae....290
Symphoricārpus 350
Symphytum...328; 330; 362
Symplŏcos.332; 347
Sympodiale Verzweigung..... 16
— Rhizome..... 72
Sympodium ..16; 67
Synanthĕra (stamina).....116
§.
Synantherie....282
Synantherisch....116
Synanthie 265
Synanthrose.....201
Syncarpia 129
Syncarpie.....265
Synchytrium...193
Synĕdra.....168
Synergiden 128
Syngenesia 280
Syngenesisch.....116
Synophthie.....265
Synsepălus (calyx) 112
Syringa..., 331; 350
Syringe.....331
Syrogonium....167
Syrūpus papavĕris rhoeădis.....362
System, Braun-Hanstein's.....285
—, Cambrisches..294
—, Decandolle's .283
—, Eichler's.... 285
—, Endlicher's...284
—, Jussieu's 282
—, Linné's 280
—, Silurisches...294
— c, künstliche ..280
— c, natürliche..281
Systematik.....276
— des Pflanzenreichs.....2; 4
Systematische Gruppen, Verbreitung der 322

Tabak... 329; 362; 363
— röhren.....336
Tabellaria.....168
Tabernaemontāna 329; 345
Tacamahaca.....345
Tacca 326; 328; 338
Tacca.....326
Taccacĕae 291
Taenioptĕris ..147; 295
Tagesperiode 220
Tagētes 352
Tägliche Bewegungen.....228
Taglilie.....352
— stellung.....228
Tahitiäpfel.....327
— nüsse.....336
§.
Takout 341
Talg 203
—, chinesischer ..203; 343
Tamaricacĕae..287
Tamarinden....327
— holz 331; 332
— mus 362
Tamarind tree .332
Tamarindus...327; 332; 362
Tamariske 350
Tamarix..340; 341; 350
Tamburissa....331
Tanghinia 363
Tanghinie.....363
Tang-Kalak....332
Tangfoda 348
Tanne 310; 331
Tannin.....202
Tapetenzellen 140
Tapiocca.....338
Taraxăcum....328; 330; 362
Tarro 328; 338
—, Verbreitung des 324
Taschen des Pflaumenbaumes.....266
Tasmanien.....323
Täubling 363
Taumelkörbel...363
— lolch 363
Tausendblatt....360
— güldenkraut...362
— schönchen.....352
Taxineen ...137; 295
Taxodium 293; 296; 350
Taxus....137; 139; 331; 363
Tazette.....357
Teakholz.....332
Teak wood....332
Technische Botanik. 2
— Nutzpflanzen..325
Tectōna...332; 341
Teff.....326
Tegmenta..... 93
Tela..... 47
— contexta 47; 170
Telentosporen....186
Telfairia.....343
Tellerförmig..... 13
Tenax..... 23

§.
Temperatur, Einfluß auf die Assimilation ...238
—, Einfluß auf die Athmung 253
—, Einfluß auf Bewegungen 223
—, Einfluß auf die Chlorophyllbildung 249
— **grenze** der Keimung 220
— — des Wachsens 220
—, als Lebensbedingung.....262
— summen 318
—, Einfluß auf Protoplasmabewegungen 235
—, Einfluß auf die Verdunstung...245
—, Einfluß auf das Wachsthum....220
Tenthrēdo 270
Teppichbeete 353
— e.....334
Terebinthĭna communis 362
— venēta.....362
Terebinthĭnae..287
Teres..... 9
Terminal 102
— knospe..... 67
— sproß..... 67
Terminalĭa....334; 341; 343; 345; 349
Terminologie 2
Ternāto pinnātum (folĭum)..... 89
Ternātum (folĭum) 89
Ternstroemiacĕae 287
Terpentin 204; 205; 331; 345; 362
—, amerikanischer .345
— von Bordeaux 345
—, karpathischer ..345
— kiefer.....350
—, Straßburger..345
—, ungarischer ...345
—, venetianischer 345; 362
— öl.....204; 362
Tertiäre Vegetationsperiode 296
§.
Tessulāris 14
Tessularisch..... 14
Testa.....131
Tetradynāma (stamĭna) 117
Tetrade.....118
— n.....140
Tetradynamĭa..280
Tetragonĭa.....328
Tetragonolŏbus 326; 328
Tetragōnus 9
Tetragynĭa 280
Tetramer 110
Tetrandrĭa.....280
Tetraneura 270
Tetranthēra....343
Tetranўchus ...268
Tetrăphis.....152
Tetraspŏra.....166
Tetrasporĕae...156
Tetrasporen.....159
Teufelsauge 363
— dreck 345
Thalamiflōrae..283
Thalămus..108; 111
Thälchen.....130
Thallium, als Bestandtheil der Pflanze.....198
Thallom..... 65
Thallophўta ...284
Thallophyten ...65; 155; 294
—, Früchte der..155
Thallus 65; 155
— der Flechten..180
—, geschichteter...180
—, heteromerer..180
—, homöomerer..180
—, körniger 180
—, krustiger.....180
—, lagerartiger..180
—, laubartiger...180
—, monosiphoner.159
— der Moose..150; 151
—, polysiphoner..159
—, staubartiger..180
—, strauchartiger.180
—, ungeschichteter 180
Thea..329; 343; 362
Thebaĭn 208
Theca s. ascus..153
Thecae.....115
Thecasporen 172
Thecen 115
§.
Thee.....329
Theer 331
Theerschwarz 24
Theilblätter..... 89
Theile..... 11
— des Blattes .. 83
—, reizbare.....226
Theilfrüchtchen...129
Theilig..... 11
Theilung der Blattfläche..... 88
— sgewebe ...49; 51
Theïn.....208
Thelephŏra 184
Theobrōma ...334; 343; 362
Theobromin 208
Thermische Konstanten.....318
Thermotonus....222
Thesĭum.....240
Thespesĭa .332; 334
Thiere, parasitische 267
—, Verbreitung durch 317
Thierblütler 127
Thinnfeldĭa 295
Thlaspi.....343
Thrinax 296
Thrips.....271
Thuja 137; 331; 350
Thujōpsis.....350
Thuidĭum.....152
Thyllen.....263
Thymelaeacĕae 285
Thymelĭnae 285
Thymian 330
Thymus ...328; 330
Thyrsoptĕris...295
Tjerogol monjet 332
Tiger wood....332
Tilĭa.296; 329; 330; 331; 334; 335; 350; 362
Tiliacĕae 287
Tiliaceen.....296
Tillandsĭa 334
Tillandsiafaser ...334
Tilletĭa....188; 266
Timotheusgras...330
Tinĕa.....274
Tinte 347
Tinyooben.....332
Titan, als Bestandtheil der Pflanze 198
Tmesiptĕris....145
§.
Tochterzelle..... 40
Tocussa.....326
Tod der Pflanzen.262
— der Zelle.....262
Tollkirsche...362; 363
Tolubalsam .205; 345
Toluifĕra 362
Tomate.....328
Tomentōsus....100
Tonĭca.....362
Tonkabohnen 345; 362
Topfpflanzen.....357
Topinambur 328; 330
Topographische Vertheilung.....297
Torenĭa 357
Torf.....305
— moore.....305
— moos.....154
— moose...150; 154
— papier.....334
Tormentilla...341; 362
Torreya 296
Torsion....215; 222
— en.....225
Tortrix.....274
Torŭla 176
Torus 108; 111
Toulicĭa 332
Toxicophloea ..363
Toxikologische Botanik..... 2
Trachĕae 44
Tracheen..... 44
Tracheïden..... 62
Trachylobĭum .345; 362
Tradescantĭa...357
Traganth 339
—, afrikanischer. 359
— gummi.201; 263; 362
Tragblatt..... 67
Tragĭa 334
Tragknospen 79
— modul.....215
Tragopōgon...328; 330
Trajectorien, orthogonale.....220
Tramētes 266
Transspiration ..245
— **versal**geotropismus 232
— — heliotropismus 232

§.
Traube 104
—, cymöse.....105
—, einseitswendige .104
—, zusammengesetzte 106
— **n**förmige Blütenstände 104
— **n**kirschbaum..310; 331; 350; 363
— **n**krankheit173; 266
— **n**pilz.....173
— **n**zucker . 201; 249
— — gruppe....201
Trauerbäume....350
Tremella.....185
Tremellineae...156
Tremellini.182; 185
Treppenförmige Verdickung 29
— gefäße..... 44
Trespen.....330
Triandria.....280
Triangularis ... 9
Trias.....295
Triblidium.....178
Tricalysia.....329
Trichia.....196
Trichilia.....343
Trichocolea....152
Trichodermaceen..183
Trichogyne..159; 181
Trichome .53; 65; 98
—, scheibenförmige 99
Trichophor.... .159
Trichosanthes..355
Trichotomus ... 16
Tricoccae.....287
Tricoccum (ovarium).....120
Trichterförmig oder Trichterig..... 13
Trichterige Blumenkrone.....114
Triebspitzen-Deformationen.....272
Triester Holz 331
Trifolium .225; 228; 330; 349; 361
Trigonella 330; 345; 362
Trigonocarpus . 294
Trigonus 9
Trigynia.....280
Triloculare (ovarium).....120
Triloculāris (capsula).....130

§.
Trimer.....110
Trimorphismus . .127
Trinervia (folia) .90
Trinidad.....323
Triplets 7
Tripmadam 328
Triptolomea ...331
Triquēter..... 9
Triticum..326; 329; 330; 338; 340; 362
Triumfetta.....334
Trockenäsfung ...263
— häutig..... 23
— substanz.....199
Trockniß.....263
Trollblume..352; 363
Trollius ...352; 363
Trompetenbäume350
— zunge.....352
Tropaeolaceae .287
Tropaeolum...328; 351; 352; 357
Tropische Meere..302
Trugdolde 105
—, zusammengesetzte 106
— **n**, dreiblütige.105
— **n**, eigentliche . 105
— **n**förmige Blütenstände 105
Trüffel 174; 328
— **pilze**.....174
— —, Hymenium der 174
Truncātus..... 12
Truncus 80
Tuber.....174; 328
Tuberа.....73; 97
— aconīti indīci 363
Tuberaceae ...156; 172; 174
Tuberculae 22
Tubercularia..176; 177; 266
Tuberculātus... 22
Tuberkeln.....100
Tuberogemmae 259
Tuberosus (caulis) 68
Tubi cribrosi .. 45
Tubiflorae 290
Tubulosacorolla114
Tubulosus 13
Tubus.....114
Tulipa 228; 357; 363
Tulostoma.....183
Tulpe.....363

§.
Tulpenbaum.....350
Tundra 319; 323
Tupeto wood ..332
Tüpfel..... 29
—, behöfte..... 29
— gefäße..... 44
— kanäle..... 29
— zellen..... 29
Turbankürbis....355
Turbinaria.....328
Turgor.....214
Turgescenz.....214
— bewegungen...222
Turiones pini . 362
Türkisches Pfeifenholz.....336
Turnera 362
Turneraceae ...285
Turnips 330
Tusche, chinesische.347
Tute 83
Typha.....296; 334
Typhaceae.....291
Typhula.....184
Tyrosin 210; 249

Udotea.....163
Uebergangsgebiet, chilenisches 323
— gebogen..... 68
— hängend 68
— wallen.....263
— zug.....100
Ufer, Flora der. 304
— pflanzen.....304
Ulex 330; 331
Ullmannia 294
Ullucus.....328
Ulmaceae.....289
Ulme.....310; 331
Ulmus....296; 331; 337; 350; 362
Ulothrix.....162
Ulva 328
Umbella.....104
Umbelliferae ...285
Umbelliflorae...285
Umbellula.....106
Umberbraun..... 24
Umbilicaria180; 181
Umbilicus.....131
Umbrinus..... 24
Umfang des Blattes 85
— fassend 84; 92
— gekehrte Samenknospe.....124

§.
Umgewendetes Blatt 82
— schnitten 130
— sprosser 284
Undulātum (folium)..... 87
Undulirende Nutation 225
— echter Quirl.. 18
— durchlässigkeit des Bodens ...264
— fruchtbare Blüte 109; 117
Ungarischer Terpentin.....345
Ungeschlechtliche Fortpflanzung 260
— geschichteter Thallus 180
— gespalten..... 83
— getheilt 88
— gleich-farbig .. 24
Unguiculāta(petāla) 114
Unguis 114
Unijugum (fol.) . 89
Uniloculare (ovarium).....120
Uniloculāris (capsula)....116; 130
Unkraut.....306
— paariggefiedert. 89
— **regelmäßig** ...8; 110
— — e Blumenkrone.....114
— — e Blüte ..112
— symmetrisch... 8
Unterarten.....276
— brochen gefiedert 89
— e Kreide.....295
— hautgewebe... 58
— holz der Wälder 310
— **irdische** Pflanzen 298
— — r Stock... 70
— klasse.....281
— lage.....259
— lippe.....114
— schlechtig 152
— ständig ..111; 120
— **weibig**.....111
— — e Scheibe.125
Unverzweigt..... 15
— vollkommene Gefäßbündel..... 56

§.
Unvollständige Blüte 109
— wesentliche Blütentheile 111
Upasbaum 363
— gift 363
— strauch 363
Urari 363
— baum 363
Urceŏla 346
Urceolātus 13
Uredinĕae 156; 182; 186; 266
Urēdo 186
Uredosporen 186
Urēna 334
Urintreibende Mittel 362
Urmeristem 51
Urmutterzellen des Pollens 118
Urocystis .. 188; 266
Uromyces . 186; 266
Urostigma . 334; 346
Ursache der Wasserbewegung 246
— sprosser 284
Urtica 127; 330; 334
Urticacĕae 289
Urticīnae 289
Urwald 323
Usnĕa 180; 181; 334
Ustilaginĕae ... 156; 182; 188; 266
Ustilāgo ... 188; 266
Ustulātus 24
Ustulina 177
Utricularia 94
Utriculus 130

Vacciniacĕae . 290
Vaccinium 327; 331; 347; 362
Vacoua ... .334
Vacuolen 33
—, contractile 33
—, pulsirende . 33; 235
Vagina 83
Vaginŭla 154
Vahĕa 346
Valerianacĕae . . 290
Valerianella 328
Valerianʃäure 202
Vallecŭlae der Doldenfrucht 130

§.
Vallisneria spirālis 127; 225; 296; 360
Vallisnerie 360
Valonea 341
Valonia 163
Valsa 175; 176; 177
Valvae 130
Valvāta foliatio 92
Valvŭlis dehiscens 116
Vanēssa 274
Vanilla ... 328; 345; 362
Vanille ... 328; 345; 362
—, wilde 345
Vanillin 206
Varek 348
Variation 261
Variegātus 24
Varietas 276
Varietäten .. 261; 276
Variolaria 180
Vasa 44
— lactifĕra 46
Vaſenbouquets ... 359
Vateria 343; 345
Vateriafett 343
Vatica 345
Vaucheria . 156; 163
Vegetabilische Säuren 202
— Seide 334
— s Elfenbein .. 336
— s Roßhaar ... 334
— s Wachs 344
— Zelle 26
Vegetation 65
— von Oeningen. 296
Vegetationsgebiete 323
— linien 317
— organe 65
— **periode** 220
— —, Dauer der 318
— —, mesophytische 295
— —, neophytische 296
— —, primäre .. 294
— —, sekundäre . 295
— —, tertiäre ... 296
— punkt . 51; 66; 220
— wasser 199

§.
Vegetative Organe 65
— Vermehrung . . 258
— Zellbildung ... 40
Veilchen . . 357; 362; 363
— blau 24
— syrup 362
— wurzel . . 345; 362
Velum 184
— universāle . . 184
Venae der Blätter 90
Venetianischer Terpentin 345; 362
Venezuelisches Buchsbaumholz 332
Ventilāgo 341
Venusspiegel 352
Veratrin 208
Veratrum . . 362; 363
Verbänderung 265
Verbeißen 263
Verbena 252
Verbenacĕae ... 290
Verbenen 352
Verbindung der Zellen 41
— **en**, organische. 199
Verbreitung des Apfelbaumes ... 324
— des Aprikosenbaumes 324
— der Banane . . 324
— der Baumfrüchte 324
— der Baumwollenpflanzen 324
— des Birnbaumes 324
— der Cassave ... 324
— des Dinkels . . 324
— des Einkorns . 324
— des Emmers . . 324
— des Flachses . . 324
— der Gerste ... 324
— der Getreidepflanzen 324
— der systematischen Gruppen 322
— des Hafers ... 324
— der Hirse 324
— des Kaffeebaums 324
— der Kartoffeln 324

§.
Verbreitung der Kernobstbäume . 324
— der Kirschbäume 324
— der Cocospalme 324
— der Kulturpflanzen 324
— des Leins 324
— des Mais 324
— des Manioc . . 324
— des Pfirsichbaums 324
— **der Pflanzen** 297
— — —, geographische ... 297; 316
— der Pflaumenarten 324
— des Reis 324
— des Roggens . 324
— des Spelts ... 324
— der Steinobstbäume 324
— des Tarro 324
— der Wärme . . 318
— des Weinstocks 324
— des Weizens . . 324
— des Welschkorns 324
— durch Thiere . . 317
— durch das Wasser 317
— scentrum 317
— smittel der Pflanzen 317
Verbrennliche Bestandtheile der Pflanzen 200
Verdickung, treppenförmige 29
—, leiterförmige . . 29
Verdunstung 245
Veredeln 259
Vereinläufige Stränge 56
Vereinzelt 17
Vererbung 261
Verfälschung der Rothweine 347
Vergeilen der Pflanzen 220; 249; 264
Vergißmeinnicht . 352; 358
Vergleichende Anatomie 50
Vergrößerungsgläser 7
Vergrünung 265

§.
Verholzte Zellen.. 31
Verjüngungssprosse 79
Verkehrteiförmig 10
— eirund..... 85
Verkieselte Hölzer.293
Verkorkte Zellen.. 31
Verkorkung..... 31
Verkümmern.....265
Verlarvte Blumenkrone 114
Verlaubung 265
Verletzung der Blätter 263
Verlust von Aesten263
— des Baumstammes 263
— der Blätter...263
— von Knospen.263
Vermehrte Knospenbildung.....265
— Sproßbildung 265
Vermehrung, künstliche.....259
— der Pflanze...258
— sorgane 259
—, vegetative 258
Vermicularia...176
Vernatio..... 92
Veronica .127; 321; 328
Verpa.....178
Verrucae...22; 100
Verrucosus .22; 100
Versatilis anthera 116
Verschiebungen seitlicher Organe.. 19
Verschiedenblättrige Pflanzen..... 93
— farbig 24
Verscheinen.....264
Verschleppte Pflanzen 321
Verschnaken .249; 264
Verspillern 249
Verstümmelung des Stammes.....263
Vertheilung der Feuchtigkeit....319
— der Niederschläge 319
—, topographische.297
Vertical 82
— **er** Ring.....148
Verticale (fol.). 82
Verticillastren... 106
Verticillatus.... 17

§.
Verticillus 17
Vertieft.....104
Vertiefungen..... 22
Vertretbarkeit der Nährstoffe.....243
Verunstaltungen..265
Vervielfältigung..265
Verwachsen .83; 84; 116
— beutelig.....116
— **blättrig**112; 113; 114
— — **e** Blumenkrone 290
Verwachsung der Staubgefäße...116
— **en**.....263
— von Organen.265
Verwandtschaft, natürliche.....281
Verwilderte Pflanzen 321
Verwundungen.263
— der Wurzel...263
Verzweigt.....15; 67
Verzweigung.15; 16
—, dichotomische.. 16
— der Hauptwurzel 95
— des Moosstengels 152
— des Stengels. 67
—, monopodiale.. 16
—, seitliche 16
—, sympodiale ... 16
— sfehler.....263
— sgrade des Stengels..... 67
Vesicantia.....362
Vetiver.....345
Vexillum.....114
Vexirgurke..355; 363
Vibrio.....195
Vibrionen.....195
Viburnum.296; 331; 332; 336; 357
Vicia .326; 328; 330
Viehfutter.....331
Vielblättrig112; 113
— **e** Blumenkrone 114
Vielbrüdrige Pflanzen 280
— Staubgefäße..116
Vielehige Blüte.109
— Pflanzen.....280

§.
Vielfach zusammengesetzt 89
— früchtige 288
— köpfig 71
— männige Pflanzen 280
— paariggefiedert. 89
— samige Früchte 129
— weibige Pflanzen 280
Viereckig 9
— gliederig 110
— kantig 9
— **mächtig** 117
— — **e** Pflanzen280
— männige Pflanzen 280
— seitig..... 9
— weibige Pflanzen 280
Vietsbohne.....326
Villosus 100
Vinca.....357
Viola 352; 357; 362; 363
Violaceae.....287
Violaceus..... 24
Violett 24
— **e** Farbstoffe..347
Virgatus (caulis) 68
Virginisches Cedernholz 332
Virgilia.....350
Viridis 24
Viridla.....343
Virolasett 343
Viscin 339
Viscum...240; 339; 362
— album 362
Vismia 345
Vitellinus..... 24
Vitex 332; 347
Viti-Inseln.....323
Vitis.327; 329; 349; 351; 362
Vittae der Doldenfrucht 130
Vivipărae (plantae) 259; 265
Vochysiaceae..287
Vogelbeerenbaum 331
— blütler.....127
— kirschbaum....331
— leim.....339
— wicke.....330

§.
Vogesen..... 314
Vollständige Blüte 108; 109
Voltzia 295
Volubilis(caulis) 68
Volva 184
Volvocinĕae ...156
Volvocineen....164
— Oosporen der.164
Volvox.....164
Vorblätter..... 103
Vorkeim ..128; 132; 140; 146
— der Characeen 158
— der Farne....149
— der Moose...151
Vorschreitende Metamorphose.....265
Vorweltliche Gewächse 293
Vouapa.....345

Wachbewegungen 228
Wachen.....228
Wachholder328; 331; 362
— **beeren**..327; 362
— — öl.....345
— harz 345
— öl 204
Wachs.....203; 249
— artig 23
— kürbis 355
—, vegetabilisches.344
Wachsen, Periode des 220
— Temperaturgrenze des 220
Wachsthum.....220
—, Grenzen des..220
—, intercalares... 28
—, Optimum des 220
— sbewegungen .222
— sdauer 220
— sgeschwindigkeit 220
— sgröße 220
— der Zellmembran 32
Wachtelweizen....330
Wagegänge 263
— **recht** 68
— — **e** Richtung der Pflanzentheile..232

§.
Wahlvermögen...243
Waid.....347
Walchia.....294
Wald, Flora des 310; 313
— **bäume**.....310
— —, Wurzelpilz der 266
— **gebiet**, antarktisches 323
— —, östliches ..323
— gräser.....330
— haar..... .334
— hirse.....330
— reben.....351
— streu.....349
— wolle.....334
Wallnußbaum..331; 362
— öl.....203
— schalen.....347
Wallonen.....341
Walzenförmig oder Walzig.....9; 14; 96
Wandbekleidungen 331; 351
— samige.....287
— ständige Placenta 121
Wanderung der Aschebestandtheile....251
— des Calcium..251
— des Kalium...251
— des Magnesium 251
— der organischen Stoffe.....250
— der Pflanzenstoffe 250
— der Phosphorsäure 251
— der Schwefelsäure 251
— des Silicium .251
— **en** der Pflanzen 316
Wärme-Aequator 318
— bildung durch Athmung 256
— der Pflanze...217
— starre.....222
—, Verbreitung der 318
Warmhäuser..... 5
Warzen 22; 29; 100
— kürbis.....355
Warzig.....22; 100
Wärzchen..... 22
§.
Wasgenwald 314
Wasser, als Bestandtheil der Pflanze 199
—, als Lebensbedingung 262
—, als Nährstoff .238
— aufnahme, Organe der 244
—, Aufnahme von 243
— ausscheidung ..247
— **bewegung**...243
— —, Geschwindigkeit der.....246
— —, Ursache der 246
— — in der transpirirenden Pflanze 246
— blättler.....127
— dampfgehalt der Luft, Einfluß auf die Verdunstung 245
— fenchel.....362
— **gehalt** des Bodens, Einfluß auf die Verdunstung...245
— — des Bodens, Einfluß auf das Wachsthum....220
— — der Luft, Einfluß auf das Wachsthum.....220
— gewebe 58
— haltende Kraft des Bodens.....244
— kulturen 237
— leitende Gewebe 246
— linsen....75; 360
— lobelie.....363
— melone 328
— nabel.....363
— netz.....165
— pest.....360
— pflanzen.....303
— reis.....326
— reiser.....265
— rosen.....288
— rüben 330
— schierling.....363
— spalten... 53; 248
— stern 360
— **stoff**, als Bestandtheil der Pflanze 198
— —, als Nährstoff 237
§.
Wassertropfenausscheidung.....248
—, Verbreitung durch das.....317
Wattle 332
Wau.....347
Wealdenbildung..295
Weberkarden.....335
Wechselbefruchtung 127
— ständig 17
Wedel.....147
Wegeränder 311
Wegwarte 330
Weibermännige Pflanzen 280
Weiblich.....109
— e Blüte 137
Weich..... 23
— bast..57; 63; 250
— haarig.....100
Weichselkirschbaum 331
— röhren.....336
Weidegräser 330
Weiden.....296
— bäume.....331
— bitter.....206
— holzgallmücke .272
— rinde.....341
— rost.....266
— sträucher.....331
Weidepflanzen....330
Weigelia 350
Weihrauch..205; 345; 362
Weihrauchkiefer...332
Wein.....329; 362
— bau, Region des 300
— raute.....362
— rebe ☞ Weinstock
— säure.....202
— steinsäure.....202
— **stock** 296; 349; 351; 362
— —, Verbreitung des 324
— Weintrauben..327
Weiß.....24
— buche.....331
— **er** Rost 266
— **es** Cedernholz 331
— **es** Sandelholz 332
— dorn....331; 350
— fäule.....263
— grau 24
§.
Weißlinge.....274
— pech.....345
— tanne 331
Weizen....326; 362
— älchen 268
— mehl.....362
— stärke.....338
—, Verbreitung des 324
Welkwerden 244
Wellenförmig.... 87
Wellig 87
Wellingtonia...350
Welschkorn.....326
—, Verbreitung des 324
Wermuthbitter...207
Wesentliche Blüthentheile.....111
Westindien 323
Westlicher Kontinent 323
Weymouthskiefer..331
White Mahagoni 332
White Sycamore 332
Wickel.....105
Wickfutter.....330
Widdringtonia..296
Wiederholtverzweigt 67
Wiese, Flora der..306
Wiesenfuchsschwanzgras.....356
— gräser.....330
— klee.....330
— knopf.....330
— kräuter 306
— moore.....305
— pflanzen.....330
— platterbse.....330
— torf.....305
Wigandia.....353
Wilde Lemoenhout 332
— Vanille.....345
Wildling.....259
Williamsonia...293
Willughbeia....346
Wimmer.....263
Wimperhaare.... 99
Wimpern 99
Windblättler 127
Windbruch.....263
Winde..... 351; 363
Winden.... 222; 226
Windend..... 68

§.
Windröschen 363
Winkelnervig..... 90
Winterbeere.....350
— bouquets.....359
— gewächse 80
— ische Rinde...328
— ruhe.....220
— zwiebel 328
Wirsigkohl.....328
Wirtel..... 17
— ständig..... 17
Wirth der Schmarotzer 171; 240
Wistaria.....351
Wohlverlei 362
Wohnbezirk 297; 317
— der Familien..322
— der Gattungen 322
Wolfsmilch.....363
Wolken 215
Wollbäume, Wolle der 334
Wolle der Wollbäume.....334
Wollhaare..... 99
Wongshy 347
Woodsia.....148
Woodwardia...296
Woroninia.....193
Wrucken 330
Wucherblume....357
Wunden.....263
— heilung.....263
Wunderbaum...363
— blume.....352
Wundfäule 268
— holz.....263
— klee.....330
— kork.....263
Wurara-Pfeilgift..363
Wurmfarn.....362
— treibende Mittel 362
— trockniß.....263
Wurzel...65; 71; 95
— ausschläge....263
— blätter..... 82
— brut..... 67
— fäden.....161
— farbstoffe.....212
— farne.....142
— fäule....263; 264
— futter.....330
— gemülse.....328
— gewürze 328
— haare.... 95; 244
— haube.. ..51; 95

§.
Wurzelholz 62
— hülle.....53; 97
— knollen 97
— mütze 95
— parasiten.....240
— pilz der Waldbäume.....266
— scheide..... 95
— stecklinge 259
— stock. 72; 146; 147
— stöcke, eßbare..326
— tödter 266
— träger 143
— u, Athmung der 253
— u, als Reservestoffbehälter...252
— u, Metamorphose der 97
— u, Reizbarkeit der 227
— u, Verwundungen der.....263
Würstig 14
Würzelchen.....131
Wütherich.....363

Xanthium ... 321; 347; 362
Xanthophyll..212; 249
Xanthophyllum 332
Xanthorrhoea..345
Xantorrhoeaharz..345
Xenospermum..332
Xeranthemum. 352; 359
Xerophile Pflanzen 298
Xerophyten 319
Xirovunia 323
Xylaria...175; 176; 177
Xylarieen 177
Xylem.....57; 246
Xylia.....334
Xylogen.....201
Xylopia.....334
Xylostroma....171
Xyrideae.....291

Yamswurzel 326; 328
Yellow-wood...332
— -pine.....332
Yercumfaser 334
Ylang-Ylang....345
Ysop.....328
Yucatan 323
Yucca.....64; 334

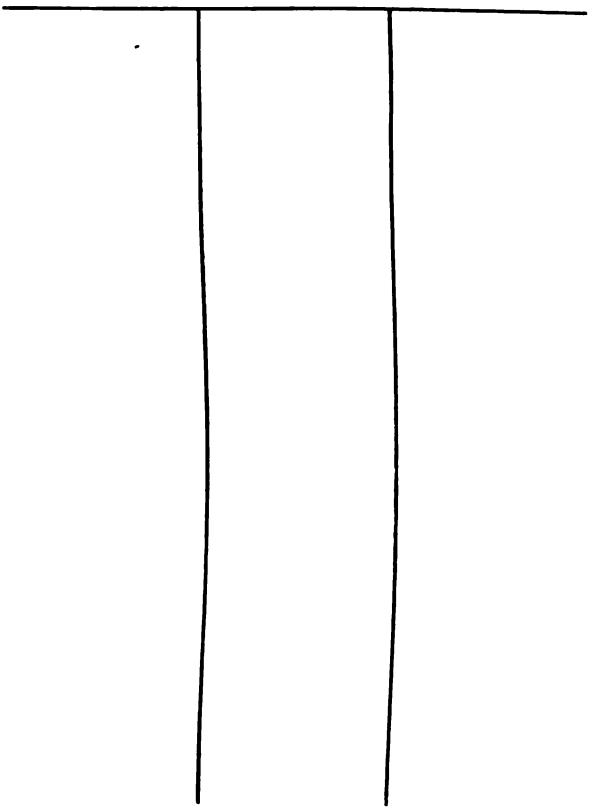
§.
Zäh..... 23
Zahl der Arten ..276
Zähne..113; 114; 130
Zahnstocher.....331
Zamia.....338
Zamites.....295
Zanthoxylon....332
Zapfen.29; 104; 129; 139
Zaserwurzeln 95
Zaubernuß 350
— ring.....184
Zaunrübe 363
— wicke 330
Zea.. 326; 329; 330; 334; 338; 349; 354
Zedoariawurzel...362
Zehnmännige Pflanzen 280
— weibige Pflanzen 280
Zeitlose 362
— schriften, botanische 4
Zellbildung 40
—, freie 40
—, vegetative.... 40
Zelle 26
—, Tod der.....262
Zellen, nackte. 26; 33
— pflanzen 65
—, Verbindung der 41
—, verholzte..... 31
—, verkorkte 31
Zellfaden 41
— fusionen... 42; 43
— gewebe.... 42; 47
— **haut** 26; 27
— —, Dickenwachsthum der 29
— —, Faltung der 28
— —, Flächenwachsthum der ... 27
— —, Skelett der. 31
— höhle..... 26
— **inhalt** 26
— —, Bestandtheile des 34
— kern..... 33
— körper 41
— **membran**..26; 27
— —, Bau der.. 27
— —, Schalenbildung der.. 31
— —, Schichtung der 30
— —, Streifung der 30

§.
Zellmembran, Wachsthum der 32
— reihe..... 41
— saft 33; 39
— schicht..... 41
— theilung..... 40
— wand 26; 27
Zenithregen.....319
Zerbrechlich 23
Zerene.....274
Zerreiche.....350
Zerreißen 263
Zerschnitten 11
Zersetzungs-Erscheinungen . 263
— — des Holzes 263
Zerstörungen, mechanische.....262
Zeugung.....260
— jungfräuliche..260
— parthenogenetische 192
Ziegelroth..... 23
Ziegenbart 328
Ziegenhainer Stöcke 336
Zierbäume.....350
— früchte.....355
— gräser 354
— pflanzen..325; 350
— sträucher 350
Zimmeraquarien.360
— holz.....331
— pflanzen 357
Zimmt 328; 362
— blumen 328
— -Cassie 328
— farbig 24
— öl.....204; 345
Zingiber...328; 362
Zingiberaceae..291
Zink, als Bestandtheil der Pflanze 198
Zinn, als Bestandtheil der Pflanze 198
Zinnia.....352
Zinnie.....352
Zinnoberroth 24
Zipfel.....113; 114
Zipollen 328
Zirbelkiefer. 314; 331
Zisererbse.....326
Zittergras.....330
— pappel...296; 331
— pilze 185
Zittwerwurzel...328; 362

Q
158
L65
v.2
pt.1
1883
LANE
HIST

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.



Q
158
L65
v.2
pt.1
1883
LANE
HIST